www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

18e JAARGANG No. 7, blz. 193-220 JULI 1956

Philips Technisch Tijdschrift

BEHANDELENDE TECHNISCHE VRAAGSTUKKEN
SAMENHANGENDE MET DE PRODUKTEN, WERKWIJZEN EN ONDERZOEKINGEN
VAN DE N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN

REDACTIE: NATUURKUNDIG LABORATORIUM DER N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN, EINDHOVEN

PROBLEMEN BIJ DE CONSTRUCTIE VAN KLEINE RADIOBUIZEN

door B. A. CANT *).

621.385.1-181.4:621.396.694

De laatste 20 à 25 jaren heeft men radiobuizen met steeds kleinere afmetingen vervaardigd. Zeer klein zijn de zg. subminiatuurbuizen, die voor draagbare apparaten met batterijvoeding zijn ontwikkeld. Hoewel gedurende de laatste jaren de opkomst van de transistors deze buizen uit enkele toepassingsgebieden heeft verdrongen, kunnen toch in vele gevallen de radiobuizen nog niet door transistors worden vervangen. In dit artikel behandelt de auteur enkele problemen die bij de constructie van buizen met zeer kleine afmetingen optreden.

Inleiding

De eerste radiobuizen werden gebruikt in ontvangtoestellen met tamelijk grote afmetingen, waardoor de grootte van deze buizen van weinig belang was. Onder invloed van de steeds hoger wordende eisen die men aan de buizen ging stellen, werden de afmetingen van nieuw geconstrueerde buizen steeds kleiner. Herhaaldelijk werd reeds in dit tijdschrift een beschrijving van deze ontwikkeling gegeven [1]). Spectaculair was deze ontwikkeling vooral op het gebied van de batterijbuizen, die voornamelijk worden gebruikt in draagbare apparaten, waarbij de gebruiker meestal is geïnteresseerd in kleine afmetingen en een gering gewicht. Terwijl bij een batterijbuis als de KF 3 de diameter van de ballon 40 mm was, bedraagt deze bij buizen als de DF 96 en DF 97 nog slechts 19 mm. De laatstgenoemde buizen behoren tot de serie die men aanduidt als de *miniatuurbuizen*. Later is men met het verkleinen van de afmetingen van de buizen nog verder gegaan en ontstonden de zg. *subminiatuurbuizen* (*fig. 1*), die o.a. werden toegepast in hoortoestellen [2]). Hoewel door de snelle ontwikkeling van de transistors de betekenis van de met buizen uitgeruste hoortoestellen afneemt, is hiervan toch nog een groot aantal in gebruik. Subminiatuurbuizen worden ook gebruikt in andere apparaten, zoals radiosondes [3]) en kleine transportabele zendontvangers („walkie-talkies"). In vele functies hierin kunnen de buizen vooralsnog niet door transistors worden vervangen, voornamelijk door het feit dat buizen bij hogere frequenties kunnen worden gebruikt dan de tot nu toe verkrijgbare transistors.

In dit artikel zullen wij enkele problemen behandelen die bij de constructie van miniatuur- en subminiatuurbuizen bijzondere aandacht vroegen. Daar het hierbij vrijwel altijd buizen voor batterijvoeding betreft, zijn ook de middelen van belang die men heeft toegepast om het energieverbruik zoveel mogelijk te beperken.

*) Mullard Radio Valve Co., Ltd., Mitcham, Engeland.

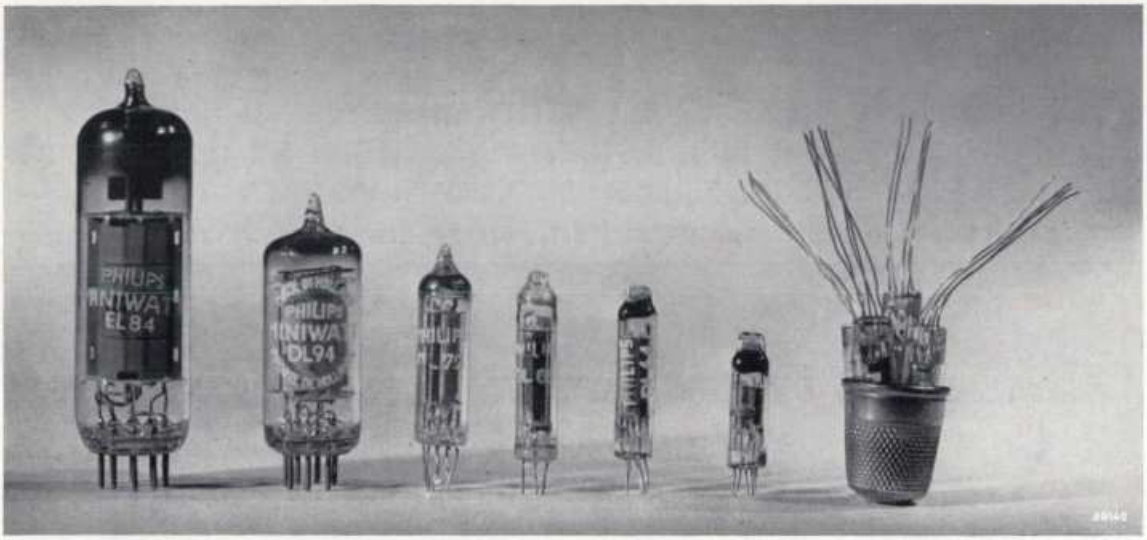
[1]) P. G. Cath, Radiobuizen van nieuwe constructie, Philips techn. T. **4**, 170-175, 1939. Th. P. Tromp, Technologische problemen bij de constructie van radiobuizen, Philips techn. T. **6**, 321-328, 1941. G. Alma en F. Prakke, Een nieuwe serie kleine radiobuizen, Philips techn. T. **8**, 289-295, 1946. J. L. H. Jonker, Elektronenbuizen, Philips techn. T. **14**, 129-140, 1952.

[2]) Zie b.v. P. Blom, Een elektronisch hoortoestel, Philips techn. T. **15**, 37-48, 1953.

[3]) A. Hauer en M. van Tol, Een radiosonde voor meteorologische waarnemingen, Philips techn. T. **16**, 115-123, 1954.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023



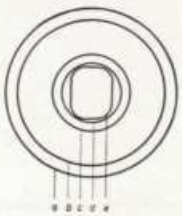


Fig. 1. Enige subminiatuurbuizen met ter vergelijking een tweetal grotere buizen. De foto toont van links naar rechts: een eindpentode voor wisselstroomvoeding (EL 84), een miniatuurbuis (DL 94), de ronde subminiatuurbuizen DL 72 (diameter 10 mm) en DL 65 (diameter 7,9 mm), de platte subminiatuurbuizen DL 64 en DF 64, en ten slotte vier buizen DL 64 in een vingerhoed.
De tekening hiernaast geeft de ballondoorsneden op natuurlijke grootte van de afgebeelde buizen. *a*) EL 84 (diameter 22 mm), *b*) DL 94 (19 mm), *c*) DL 72 (10 mm), *d*) DL 65 (7,9 mm), *e*) DL 64 en DF 64 (7,25 × 5,6 mm).

Vorm en afmetingen van de ballon

De eerste ontvangbuizen werden geconstrueerd met het voorbeeld van de gloeilampen voor ogen. De elektrodes werden ondergebracht in een vrij grote glazen ballon. De elektrische verbinding met de elektrodes kwam tot stand door middel van een aantal draden, die tezamen in een zg. *kneep* werden aangebracht. In *fig. 2a* is voorgesteld hoe bij een dergelijke buis met een kneepconstructie de ballon werd dichtgesmolten. Bij de verdere afwerking werden de buizen voorzien van een voet van kunsthars, waarin contactpennen waren geperst. Op de bezwaren die aan deze constructie kleefden, is in de aangehaalde artikelen [1]) gewezen. Bij de zg. „all-glass" buizen had men zowel de voet als de kneep laten vervallen, waardoor verschillende eigenschappen van de buizen belangrijk verbeterd werden. De volgens dit principe geconstrueerde buizen werden in steeds kleinere afmetingen vervaardigd. Zoals reeds werd vermeld, was bij de miniatuurbuizen de diameter van de ballon 19 mm. Bij een hierna ontwikkelde buizenserie van het „all-glass" type, de *ronde subminiatuurbuizen*, bedroeg de diameter nog slechts 10 mm en bij enkele types zelfs 7,9 mm.

Bij de miniatuur- en de ronde subminiatuurbuizen wordt, evenals bij de oudere „all-glass" buizen, het elektrodesysteem gemonteerd op een aantal pennen die in een glazen plaatje zijn aangebracht, welk plaatje na het insmelten de bodem van de buis vormt. In fig. 2*b* en *c* is de manier van insmelten bij deze buizen weergegeven. Door de kleine afmetingen bevinden de elektrodes zich dicht bij de insmeltplaats en er bestaat gevaar dat deze tijdens het insmelten zo heet worden dat mechanische of chemische beschadigingen optreden. Nog groter is dit gevaar bij een andere serie buizen, die door enkele fabrikanten vrijwel gelijktijdig met de ronde subminiatuurbuizen werd ontwikkeld. Bij deze serie, die doorgaans wordt aangeduid als die der *platte subminiatuurbuizen*, heeft de ballon een ongeveer rechthoekige doorsnede (afmetingen bij sommige types 7,25 × 5,6 mm), waardoor voor rechthoekige of ovale elektrodes een meer economisch gebruik van de ruimte in de ballon is verkregen. Het dichtsmelten van de ballon geschiedt bij deze buizen door het uiteinde hiervan om de in één vlak opgestelde aansluitdraden tezamen te persen (fig. 2*d*). In feite was dus hier wederom een kneep (zg. „buitenkneep") aanwezig, met de vele bezwaren die deze constructie medebrengt. Door de kleine afmetingen en de andere werkwijze treden zelfs moeilijkheden op die bij de oudere buizen met kneepconstructie niet, of in veel kleinere mate, aanwezig waren. Terwijl nl. bij de oude buizen de kneep werd vervaardigd nog vóór de elektrodes aan de doorvoerdraden waren bevestigd, geschiedt dit bij de subminiatuurbuizen als het elektrodesysteem geheel gereed is en op de aansluitdraden is gemonteerd. Daar bij het dichtsmelten het glas wordt ver-

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

hit tot 800 à 900 °C, is het gevaar dat de elektrodes een ontoelaatbaar hoge temperatuur verkrijgen, bijzonder groot. Het grootst is dit gevaar bij de katode. Bij een te sterke verhitting tijdens het insmelten kan nl. later het emitterend vermogen aanzienlijk gedaald zijn. Het zal duidelijk zijn dat bij een constructie volgens fig. 2*b* en *c* het gevaar voor overmatige verhitting van de elektrodes veel kleiner is.

Een ander bezwaar van de uitvoering volgens fig. 2*d* is dat de doorvoerdraden voor en tijdens het insmelten in de ballon in één vlak en op bepaalde afstanden moeten worden gefixeerd. Bij een constructie waarbij de doorvoerpennen, vóór de bevestiging der elektrodes en vóór het insmelten, in een glazen bodemplaat zijn aangebracht, zoals bij de miniatuur- en de ronde subminiatuurbuizen, treedt deze moeilijkheid uiteraard ook niet op.

Bij een nieuwe serie subminiatuurbuizen is het gelukt, een platte ballon te combineren met de montage van de elektrodes op een vlakke bodemplaat. Deze plaat heeft hierbij een ovale vorm en evenals bij de miniatuur- en de ronde subminiatuurbuizen bevinden zich hierin de doorvoerdraden, waarop de elektrodes vóór het dichtsmelten van de buis worden gemonteerd. Ondanks het feit dat de buis niet rond is, is het toch mogelijk gebleken het dichtsmelten te doen geschieden met een machine, waarbij de buis vóór de gasvlammen roteert, wat voor de seriefabricage van veel belang is.

Om verhitting van de elektrodes bij het insmelten nog verder tegen te gaan, worden bovendien andere maatregelen genomen. Zo wordt de buis met de bodemplaat naar boven geplaatst (zie fig. 2*e*) en wordt tijdens het insmelten een indifferent gas door de ballon geblazen. Het glas is op de plaats waar de insmelting moet geschieden, zo dun mogelijk gemaakt, zodat met een kortstondige verhitting kan worden volstaan. Verder zijn de branders zodanig gedimensioneerd dat een zoveel mogelijk plaatselijke verhitting wordt verkregen, en het doordringen van vlammen in de ballon wordt voorkomen doordat de ballon een komvormig einde heeft waarin de bodemplaat nauwkeurig past.

Doordat bij deze manier van insmelten de katode veel minder aan verhitting onderworpen is, is het mogelijk gebleken op deze wijze platte subminiatuurbuizen te maken met een dunnere gloeidraad dan bij

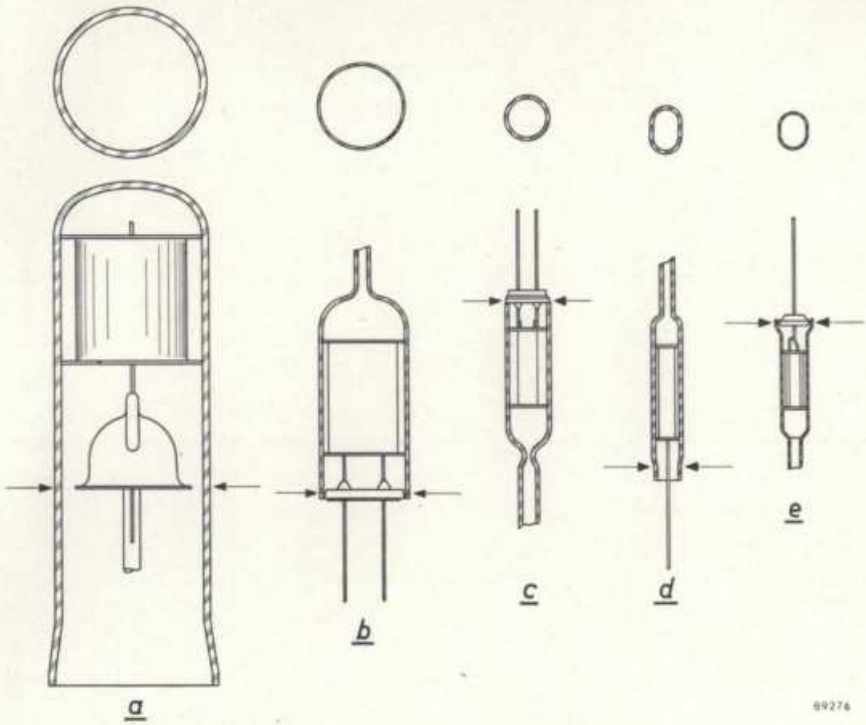


Fig. 2. Manier van insmelten van enkele types elektronenbuizen. De pijltjes geven de plaats van de gasvlammen aan.
a) Oudere buistypes met kneepconstructie.
b) Miniatuurbuizen.
c) Ronde subminiatuurbuizen.
d) Platte subminiatuurbuizen met kneepconstructie.
e) Platte subminiatuurbuizen met vlakke bodemplaat.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

toepassing van de buitenkneepconstructie mogelijk was. De gloeistroom kon hierdoor aanzienlijk worden gereduceerd.

De gloeidraad

In de oudste radiobuizen werd de (direct verhitte) katode vervaardigd van wolfraam. Later gebruikte men, zowel voor direct als voor indirect verhitte katodes, nikkel dat een klein percentage andere elementen bevat. Dit materiaal vormt nl. in vergelijking met wolfraam een betere ondergrond voor de emitterende oxydelaag die op de katode moet worden aangebracht. Het streven om bij batterijbuizen de gloeistroom tot het uiterste te beperken, waarvoor de gloeidraad zo dun mogelijk moest worden gemaakt, heeft er echter toe geleid dat men weer tot het wolfraam als gloeidraadmateriaal is teruggekeerd. Wegens de betrekkelijk geringe trekvastheid van nikkeldraad kan men nl. hiervan geen draden dunner dan 22 à 24 μ vervaardigen. Van wolfraam, dat een grotere trekvastheid heeft dan nikkel, heeft men voor sommige subminiatuurbuizen een wolfraamgloeidraad met een diameter van 6,3 μ kunnen maken, waarbij de gloeistroom tot ca. 10 mA is gereduceerd. In een ander artikel in dit nummer worden bijzonderheden medegedeeld omtrent de fabricage van dergelijke zeer dunne draden [4]).

De keuze van de diameter van de gloeidraad hangt natuurlijk nauw samen met de gewenste temperatuur. Bij de vaststelling van de gunstigste waarde hiervan moet bij een batterijbuis met vele factoren rekening worden gehouden. Bij een te hoge temperatuur werkt de buis aanvankelijk beter, maar is de levensduur te klein. Een belangrijk nadeel van een te lage temperatuur kan zijn dat de gloeispanning een te grote invloed heeft op de eigenschappen van de buis. Bij een batterijbuis moet men altijd rekening houden met de mogelijkheid dat de gloeispanning tamelijk veel lager is dan de nominale waarde en het is natuurlijk gewenst dat de buis ook onder deze omstandigheden goed blijft functioneren.

Bij een buis waarvan de gloeistroom niet groot is ten opzichte van de geëmitteerde elektronenstroom van de katode, wordt de gloeidraadtemperatuur ook door de laatstgenoemde stroom beïnvloed, en wel op twee wijzen. De elektronenemissie heeft op zichzelf een afkoelende invloed; doordat echter de geëmitteerde elektronenstroom door een gedeelte van de gloeidraad vloeit, wordt deze over een deel van de lengte extra verhit. Een dergelijke onsymmetrische verhitting van de gloeidraad is natuurlijk ongewenst en bij een bepaalde emissiestroom wordt hierdoor een onderste grens vastgelegd voor de gloeistroom, dus ook voor de doorsnede van de gloeidraad. Men kan aannemen dat de gloeistroom ten minste ongeveer acht maal de emissiestroom van de gloeidraad moet zijn. Bij een gloeistroom van 10 mA mag dus de geëmitteerde elektronenstroom ten hoogste 1,25 mA bedragen. Om deze reden wordt in enkele subminiatuurbuizen een gloeidraad toegepast die een iets grotere diameter heeft dan de hierboven genoemde 6,3 μ, waardoor de gloeistroom 15 mA bedraagt.

De roosters

Ook bij de constructie van de roosters van de subminiatuurbuizen traden verschillende problemen op, die ten dele hun oorzaak vonden in de kleine afmetingen, doch ook werden veroorzaakt door het feit dat het vrijwel altijd gewenst is de buizen bij bijzonder lage spanningen te laten functioneren [5]).

Bij een lage waarde van de anodespanning (b.v. 15 V) wordt de vorm van de buiskarakteristieken sterk beïnvloed door aan de anode gereflecteerde elektronen [6]). In een pentode zouden deze elektronen het schermrooster kunnen bereiken, waardoor een ongewenste daling van de anodestroom zou ontstaan. Om dit te voorkomen, moet men ervoor zorgen dat de potentiaal in het vlak van het keerrooster een zodanige waarde heeft dat de gereflecteerde elektronen dit vlak niet kunnen passeren. Daar echter de snelheid van de gereflecteerde elektronen gemiddeld slechts weinig kleiner is dan die van de elektronen die zich naar de anode bewegen, is het moeilijk, deze potentiaal zodanig te kiezen, dat de heengaande elektronen wèl en de gereflecteerde niet worden doorgelaten. Speciaal de elektronen die in voorwaartse richting snelheid hebben verloren, doordat ze bij het schermrooster een richtingsverandering hebben ondergaan, keren gemakkelijk vóór het derde rooster om. Bij het zoeken van een aanvaardbaar compromis is dus een van de eerste opgaven, ervoor te zorgen dat de elektronen een zo klein mogelijke richtingsverandering ondergaan bij het passeren van het schermrooster. Hiertoe moet het elektrostatische veld tot op een zo klein mogelijke afstand van dit rooster zo goed mogelijk homogeen zijn. Een gunstig effect kan hier worden verkregen

[4]) L. Schultink en P. G. van Zanten, Dun wolfraamdraad voor kleine radiobuizen, Philips techn. T. **18**, 199-205, 1956 (no. 7).

[5]) Een batterij kan nl. meer milliwattseconden per cm^3 leveren naarmate zijn spanning lager is.

[6]) Zie J. L. H. Jonker, Reflections in electron tubes, Philips Res. Rep. **2**, 331, 1947.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

door de spoed van dit rooster klein te maken [7]) en de schermroosterspanning laag te kiezen. In *fig. 3* is door middel van een aantal doorsneden door equipotentiaalvlakken het resultaat van deze beide maatregelen op de potentiaalverdeling geïllustreerd.

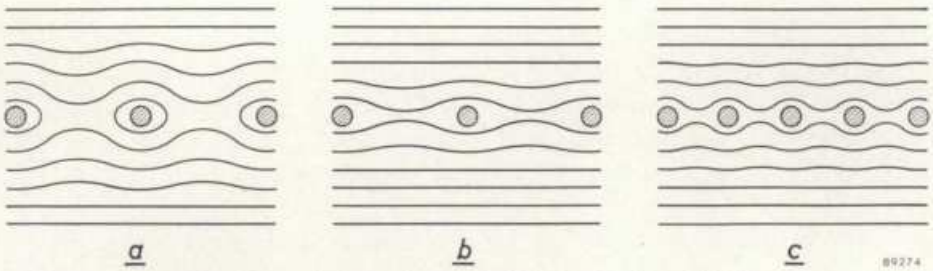


Fig. 3. Doorsneden door enkele equipotentiaalvlakken in de nabijheid van het schermrooster van een pentode. Bij *b* is de schermroosterspanning lager dan bij *a*, bij *c* is de spoed van het schermrooster kleiner dan bij *a*.

Nu is zowel aan een kleine spoed van het schermrooster als aan een lage schermroosterspanning een bezwaar verbonden. Bij een kleine spoed bestaat het gevaar dat de schermroosterstroom te groot en hierdoor de steilheid te klein wordt. Om deze reden was het noodzakelijk, in de subminiatuurbuizen het rooster van zeer dun draad te vervaardigen. Een zeer lage schermroosterspanning kan alleen worden toegepast bij een buis die zodanig is geconstrueerd dat, ondanks de negatieve spanning van het stuurrooster, de gemiddelde potentiaal in het vlak van het laatstgenoemde rooster voldoende hoog blijft. Wordt nl. de potentiaal in dit gehele vlak negatief (*fig. 4a*), dan wordt de anodestroom onderdrukt. Men zal dus de doorwerking van het schermrooster ten opzichte van het stuurrooster groot dienen te maken. Dit zou te bereiken zijn door een vergroting van de spoed van het stuurrooster (fig. 4*b*), doch hierdoor daalt de steilheid, wat natuurlijk ongewenst is. Het is echter mogelijk gebleken, de steilheid voldoende groot te houden en toch een voldoend hoge potentiaal in het stuurroostervlak te handhaven door ook het stuurrooster van zeer dun draad te wikkelen (fig. 4*c*). Door de kleine afmetingen kon men, ondanks de uiterst dunne roosterdraden, toch een voldoend stevige constructie verkrijgen.

Bij een pentode die wordt gebruikt bij een zeer lage anodespanning, is het gewenst dat het nagenoeg horizontale gedeelte van de I_a-V_a-karakteristieken zover mogelijk tot de I_a-as doorloopt. Een buis die bedoeld is als spanningsversterker, heeft namelijk in dit geval ook bij een lage waarde van V_a een grote inwendige weerstand, terwijl bij een buis die een zeker vermogen moet leveren, zoals een eindbuis in een ontvanger, de mogelijkheid tot het verkrijgen van een groot rendement ontstaat. Men moet er hiertoe naar streven, de potentiaal in het vlak van het keerrooster zo weinig mogelijk door de anodespanning te laten beïnvloeden. In dit opzicht is een gunstig effect te verwachten van een kleine spoed van dit rooster, doch ook hierbij ontstaat weer het gevaar dat de gemiddelde potentiaal in het vlak

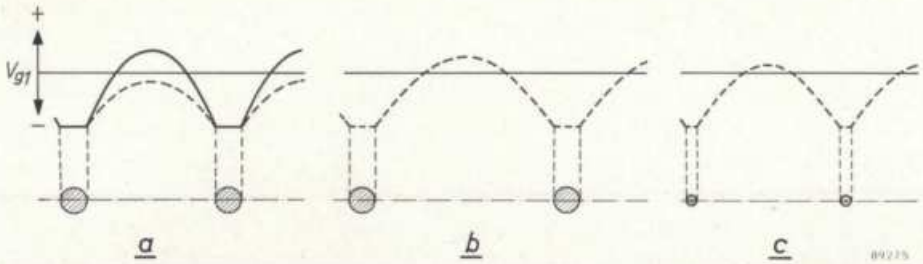


Fig. 4. *a*) Verloop van de potentiaal V_{g_1} in het vlak van het stuurrooster. De gestippelde kromme geldt voor een lagere schermroosterspanning dan de getrokken kromme. Bij een verloop volgens de eerstgenoemde kromme is de potentiaal in het gehele vlak negatief. *b*) Bij een grotere spoed van het stuurrooster kan de potentiaal in een gedeelte van het stuurroostervlak positief zijn ondanks een lage schermroosterspanning. *c*) Een zelfde effect wordt verkregen met dunnere roosterdraden.

[7]) Zie J. L. H. Jonker, De banen der elektronen in meerroosterbuizen, Philips techn. T. **5**, 135-144, 1940. Wij maken van deze gelegenheid gebruik om op een zinstorende fout in dit artikel te wijzen. Op blz. 143 dient men in regel 16 van boven in de eerste kolom de woorden „niet te" te laten vervallen.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

van dit rooster te veel daalt. Men kan dit voorkomen door het keerrooster een kleine positieve spanning te geven. Om deze reden is in sommige subminiatuurbuizen het keerrooster met het positieve einde van de gloeidraad verbonden.

Microfonisch effect

Daar de subminiatuurbuizen vrijwel uitsluitend worden gebruikt in kleine draagbare apparaten, kan microfonisch effect bij deze buizen zeer hinderlijk zijn. Het is noodzakelijk hieraan bij het ontwerp veel aandacht te besteden. Zoals in alle buizen met een direct verhitte katode, is deze laatste de voornaamste oorzaak van microfonisch effect.

Een draadvormige katode heeft slechts een geringe stijfheid en kan gemakkelijk trillen. Doordat hierbij in het algemeen de afstand tussen rooster en katode varieert, veranderen ook enkele voor de werking van de buis belangrijke grootheden, zoals de anodestroom, de steilheid en de ingangscapaciteit. In een ontvanger kan de luidspreker hierdoor al of niet hoorbare luchttrillingen opwekken, die weer op de desbetreffende buis kunnen terugwerken. In ernstige gevallen kunnen op deze wijze de trillingen worden onderhouden. Het toestel „zingt dan rond". In minder ernstige gevallen hoort men na een stoot tegen het apparaat de gloeidraad uittrillen (nagalm).

De sterkte van het microfonisch effect is afhankelijk van de amplitude van de trillende katode. Bij een symmetrisch gebouwde buis treedt een zekere mate van compensatie op, doordat een afstandsvergroting aan één zijde met een verkleining aan de andere zijde gepaard gaat. Voor een gering microfonisch effect is dus een nauwkeurig symmetrische bouw van de elektrodes van veel belang.

De resonantiefrequentie van een gespannen draad is gegeven door de formule

$$f = \frac{1}{2L}\sqrt{\frac{F}{M}}.$$

Hierin is L de lengte van de draad, F de spankracht en M de massa van de draad per lengte-eenheid.

Een hoge resonantiefrequentie (b.v. hoger dan 5000 Hz) is gewenst om verschillende redenen:

a) De beginamplitude, waarmede de draad gaat uittrillen na een stootsgewijze snelheidsverandering van de buis, is omgekeerd evenredig met de resonantiefrequentie.

b) De terugkoppeling van de geluidstrillingen van de luidspreker naar de katode is zwakker voor hogere frequenties.

c) Zeer hoge tonen zijn minder hoorbaar dan lagere.

d) De frequentiekarakteristiek van een versterker of van het laagfrequentiegedeelte van een ontvanger beslaat slechts een beperkt frequentiegebied. Ligt de resonantiefrequentie van de gloeidraden van de buizen boven dit gebied, dan is het gevaar voor rondzingen slechts klein.

Het is dus met het oog op het microfonisch effect gewenst, F/M zo groot mogelijk te maken. In verband met het gevaar van breuk moet de spankracht F natuurlijk aanmerkelijk kleiner blijven dan de kracht waarbij de warme gloeidraad breekt (b.v. ongeveer een derde van de breukkracht.)

Daar zowel M als de toelaatbare waarde van F ongeveer evenredig is met de draaddoorsnede, hangt de hoogste bereikbare resonantiefrequentie in hoofdzaak af van de lengte. In dit opzicht is dus een korte gloeidraad, dus meestal ook een kort elektrodesysteem, gewenst.

Daar een gloeidraad van wolfraam veel strakker kan worden gespannen dan een nikkelen gloeidraad, kan met het eerstgenoemde materiaal een hogere resonantiefrequentie worden verkregen. Doordat echter de inwendige demping voor mechanische trillingen bij nikkel groter is dan bij wolfraam, duurt bij een nikkelen draad de nagalm korter.

Als voorbeeld van wat op het gebied van microfonisch effect kan worden bereikt, vermelden wij dat bij de subminiatuurbuis DF 64 de resonantiefrequentie van de gloeidraad 8000 Hz is. Deze is dus hoger dan de maximale frequentie die bij normale radio-ontvangst wordt weergegeven.

Ten slotte zij nog vermeld dat niet alleen aan de gloeidraden zelf, doch ook aan de veren waarmede de draden worden gespannen, hoge eisen worden gesteld om een goed reproduceerbare spanning in de draad te kunnen onderhouden.

Samenvatting. Bij het streven om radiobuizen met steeds kleinere afmetingen te maken, zijn verschillende problemen naar voren gekomen, waarvan in dit artikel enkele worden behandeld. Terwijl bij de kleinste uitvoeringsvorm der zogenaamde subminiatuurbuizen aanvankelijk de voor normale radiobuizen reeds lang verlaten kneepconstructie weer werd toegepast, is het later gelukt buizen met dezelfde kleine afmetingen te construeren in een kneeploze constructie. Om aan de aan deze buizen gestelde elektrische eisen te kunnen voldoen, moesten de roosters en de gloeidraad van zeer dun draad worden vervaardigd. Voor de gloeidraad werd als materiaal het reeds lang geleden als zodanig verlaten wolfraam weer toegepast, waardoor een verlaging van de gloeistroom werd verkregen. Door een kort elektrodesysteem en het gebruik van goede spanveren kon een hoge resonantiefrequentie van de gloeidraad worden verkregen, wat een gunstige invloed heeft op het microfonisch effect.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

DUN WOLFRAAMDRAAD VOOR KLEINE RADIOBUIZEN

door L. SCHULTINK en P. G. van ZANTEN.

669.27-426:621.385.032.213.13:
621.375.2:621.396.62

Om de vervaardiging van miniatuur- en subminiatuurbuizen mogelijk te maken, moest men beschikken over uiterst dun draad van wolfraam en andere metalen. In aansluiting aan het voorgaande artikel worden in dit artikel enkele bijzonderheden medegedeeld van de fabricage van dit dunne draad en enkele eisen besproken waaraan het draad moet voldoen.

Het streven om de afmetingen en het energieverbruik van radiobuizen te verkleinen, heeft geleid tot het toepassen van uiterst dun metaaldraad voor de vervaardiging van gloeidraden, roosters en enkele andere onderdelen. Gloeidraden voor subminiatuur- en miniatuurbuizen, zowel van het direct als het indirect verhitte type, worden gemaakt van *wolfraamdraad* met een dikte van 50 tot 6 μ — draad dat ook bij de gloeilampenfabricage een belangrijke rol speelt. Ook bepaalde roosters, met name de „raamroosters", waarvan enkele professionele buizen zijn voorzien [1]), worden van wolfraamdraad gewikkeld. Verder wordt dit draad gebruikt voor kleinere onderdelen van radiobuizen, zoals haakjes en veertjes voor het spannen van gloeidraden. Een indruk van de uiterst geringe dikte van dergelijk draad geven *fig. 1*, waarin een gloeidraad van 15 μ vergeleken is met een mensenhaar, en *fig. 2*, waarin een rooster en een gloeidraad van een subminiatuurbuis in achtvoudige vergroting zijn voorgesteld. Van draad van 10 μ kan men uit één handvol wolfraamerts een hoeveelheid ter lengte van ongeveer 350 km maken, welk draad bovendien over de gehele lengte voldoet aan de zeer hoge eisen welke hieraan voor de fabricage van radiobuizen worden gesteld.

Molybdeendraad ter dikte van 200 tot 25 μ wordt gebruikt voor de roosters der meeste miniatuur- en subminiatuurbuizen. Dit materiaal wordt verder gebruikt als kern waarop gloeidraden worden gewikkeld. Na afwerking van deze gloeidraden wordt dan de kern verwijderd door deze op te lossen in een mengsel van salpeterzuur, zwavelzuur en water.

In dit artikel zullen wij een beschrijving geven van de wijze waarop zeer dun metaaldraad wordt gefabriceerd. Hierbij zullen wij ons in hoofdzaak bezighouden met wolfraamdraad, omdat dit met de kleinste diameter wordt gemaakt en hierbij de grootste nauwkeurigheid wordt vereist. Molybdeendraad kan echter vrijwel op dezelfde wijze worden vervaardigd.

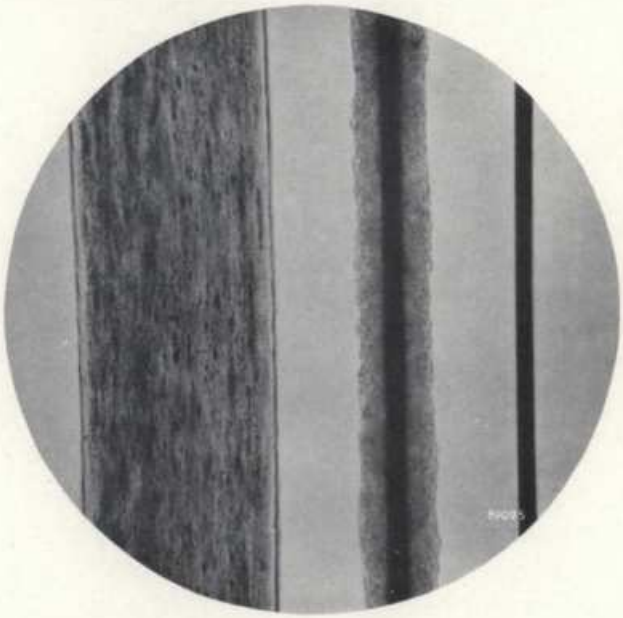


Fig. 1. Wolfraamdraad van ca. 15 μ dikte (rechts), vergeleken met een mensenhaar (links). In het midden een doorsnede van de gloeikatode van een subminiatuurbuis (wolfraamdraad bedekt met emitterende laag). Vergroting ca. 180 ×. Deze foto en die van fig. 2 zijn gemaakt in het laboratorium der Mullard Radio Valve Co., Mitcham, Engeland.

Materiaal en afmetingen van gloeidraden

Bij de vervaardiging van gloeidraden voor radiobuizen steunde men aanvankelijk op de ervaringen die waren opgedaan bij de gloeilampenfabricage. Toen men hierbij tussen 1930 en 1940 overging tot het gebruik van gloeidraden in de vorm van dubbele spiralen [2]), was men gedwongen aan het materiaal van deze draden (wolfraam) veel hogere eisen te gaan stellen dan bij de vroeger gebruikte enkelvoudige spiralen het geval was. Een volgens een dubbele spiraal gewikkelde en tussen twee

[1]) Zie K. Rodenhuis, H. Santing en H. J. M. van Tol, Betrouwbaarheid en levensduur van professionele versterkbuizen, Philips techn. T. **18**, 145-157, 1956 (no. 5-6), fig. 9b.

[2]) Zie W. Geiss, Over de ontwikkeling der lampen met dubbelspiralen, Philips techn. T. **1**, 97-101,1936.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

steunpunten bevestigde gloeidraad mag nl. gedurende het gloeien slechts in zeer beperkte mate doorzakken, daar het gevaar voor kortsluiting van de uiterst nauwe windingen hierbij zeer groot is. Na diepgaande studie van de veranderingen van de

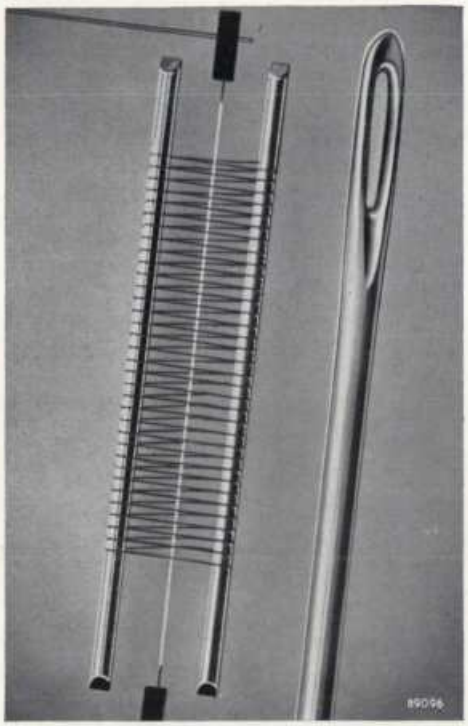


Fig. 2. Achtvoudige vergroting van een rooster en een gloeidraad van een subminiatuurbuis. Het rooster is gewikkeld van molybdeendraad van 25 μ; de gloeidraad bestaat uit wolfraamdraad van 11 μ. De mede afgebeelde naainaald geeft een indruk van de afmetingen.

kristalstructuur die tijdens het branden van een lamp in de gloeidraad optreden, slaagde men erin, dubbelgespiraliseerde gloeidraden te vervaardigen waarbij het genoemde doorzakken zo gering was dat kortsluiting van de windingen niet optrad. Bij de radiobuizenindustrie profiteerde men aanvankelijk van deze resultaten. Het bekende oxydenmengsel, dat in de radiobuizen als elektronenemitterend materiaal wordt gebruikt, bevindt zich op een als verhittingselement fungerende wolfraamgloeidraad.

Naarmate de ontwikkeling van de radiobuizen voortschreed, bleek dat men met betrekking tot de gloeidraden, zowel bij de materiaalkeuze als bij de montagetechniek, eigen wegen moest zoeken. Voor gebruik in ontvangbuizen met direct verhitte katode werd het wolfraam als gloeidraadmateriaal verlaten voor het nikkel, omdat dit laatste een betere ondergrond vormde voor het emitterende materiaal. Zoals reeds in het voorgaande artikel werd besproken [3]), is men echter bij bepaalde buistypes, met name de subminiatuurbuizen, weer tot het wolfraam teruggekeerd. De voornaamste reden hiervoor was dat men ter beperking van de gloeistroom steeds dunnere gloeidraden wilde gebruiken en dat men hierin met wolfraam verder kon komen dan met nikkel. Het uiterst geringe gloeistroomverbruik der subminiatuurbuizen is dan ook te danken aan de mogelijkheid om zeer dun wolfraamdraad te vervaardigen.

Dit dunne wolfraamdraad is overigens niet alleen voor subminiatuurbuizen van belang. In buizen waarbij een grotere gloeistroom moet worden toegepast, kan men met voordeel de katode samenstellen uit enkele parallelgeschakelde dunne draden. De steilheid van de buis bij een bepaalde anodestroom is nl. in dit geval groter dan bij een buis die dezelfde gloeistroom zou verbruiken, doch waarbij de katode uit één enkele dikkere draad zou bestaan.

Als de katodediameter klein is ten opzichte van de anodediameter, is de steilheid bij een bepaalde anodestroom vrijwel onafhankelijk van de katodediameter [4]). Verder blijkt bij een katode die uit een aantal parallelgeschakelde dunne draden bestaat, de bijdrage tot de steilheid van ieder van deze draden ongeveer gelijk te zijn aan de steilheid die met één dezer draden afzonderlijk kan worden verkregen. Verdeelt men dus een katode in een aantal parallelgeschakelde dunnere draden, met gelijke totale gloeistroom, dan is hierdoor de steilheid toegenomen.

Ter illustratie zij hier vermeld dat in de eindbuis DL 96 een katode is toegepast die bestaat uit twee parallelgeschakelde wolfraamdraden met een dikte van 11 μ. De gloeistroom bedraagt 50 mA, terwijl de maximale emissiestroom 6 mA is. Bij de eindbuis DL 41 bestaat de katode zelfs uit vier parallelgeschakelde wolfraamdraden, eveneens met een diameter van 11 μ. De gloeistroom van deze buis is dus 100 mA, terwijl de maximale emissiestroom 12 mA bedraagt.

De fabricage van zeer dun wolfraamdraad

Voor draad met een diameter groter dan 10 μ levert het normale trekproces, waarbij gebruik wordt gemaakt van doorboorde diamanten [5]), geen onoverkomelijke moeilijkheden op. Het trekken van nog dunner draad is echter zeer moeilijk. Om een draad van 10 μ bij kamertemperatuur te breken, is, ondanks de grote trekvastheid van wolfraam, een kracht van slechts 25 à 30 gram nodig; bij een dia-

[3]) B. A. Cant, Problemen bij de constructie van kleine radiobuizen, Philips techn. T. **18**, 193-198, 1956 (no. 7).

[4]) Zie b.v. H. Rothe en W. Kleen, Grundlagen und Kennlinien der Elektronenröhren, Akad. Verlagsges. Leipzig 1943, 2e druk, Hoofdstuk 20 en 4.

[5]) Zie b.v. J. D. Fast, Het vervaardigen van compacte metalen door persen en sinteren, Philips techn. T. **4**, 321-328, 1939.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

meter van 7,5 μ is de breukkracht gedaald tot ongeveer 15 gram, en bij een diameter van 5 μ tot ongeveer 5 gram. Het behoeft geen betoog dat de machinale bewerking van dergelijk draad grote moeilijkheden meebrengt.

Voor het trekken van draad heeft men een serie trekstenen nodig, met boringen waarvan de diameters in zeer kleine stappen afnemen. Het is zeer moeilijk om de uiterst fijne boringen in de diamanten met de hiertoe vereiste nauwkeurigheid aan te brengen. De invoering van het zg. „elektrisch boren" [6]), waarbij de gaten in de diamanten worden verkregen door het doen overspringen van vonken tussen de in een elektrolyt geplaatste diamant en een hiertegenovergeplaatste elektrode, heeft de produktie van diamanten met zeer kleine boringen wel gemakkelijker gemaakt, doch het voordeel dat deze methode oplevert, is niet zo groot dat de moeilijkheden hierdoor zijn verdwenen.

De gebruikelijkste methode om zeer dun draad te maken, is het trekken tot een diameter waarbij het draad nog goed hanteerbaar is, om vervolgens de doorsnede verder te verkleinen door *beitsen*. Dit beitsen kan chemisch of elektrolytisch geschieden. In het eerste geval kan men gebruik maken van een gas, nl. van zuurstof, waterdamp of chloor, of van een gesmolten oxyderende stof, waarvoor een mengsel van kaliumnitriet en kaliumnitraat kan worden genomen. Ook kan men een oplossing van een oxyderende stof in water gebruiken, waarvoor wel een mengsel van fluorwaterstof- en salpeterzuur of van kaliumferricyanide (rood bloedloogzout) en natriumhydroxyde wordt gebruikt.

Een groot bezwaar van alle chemische beitsmethodes is de moeilijkheid om het proces voldoende gelijkmatig te doen verlopen. Veel eenvoudiger is dit bij het zg. elektrolytisch beitsen [7]), waarbij het draad wordt gevoerd door een verdunde loogoplossing en waarbij tussen het draad en een andere in de vloeistof geplaatste elektrode een elektrische spanning wordt aangebracht. Wordt het draad met de positieve pool van de spanningsbron verbonden, dan treedt vermindering van de draaddoorsnede op. Het aantrekkelijke van dit proces is dat het gemakkelijk

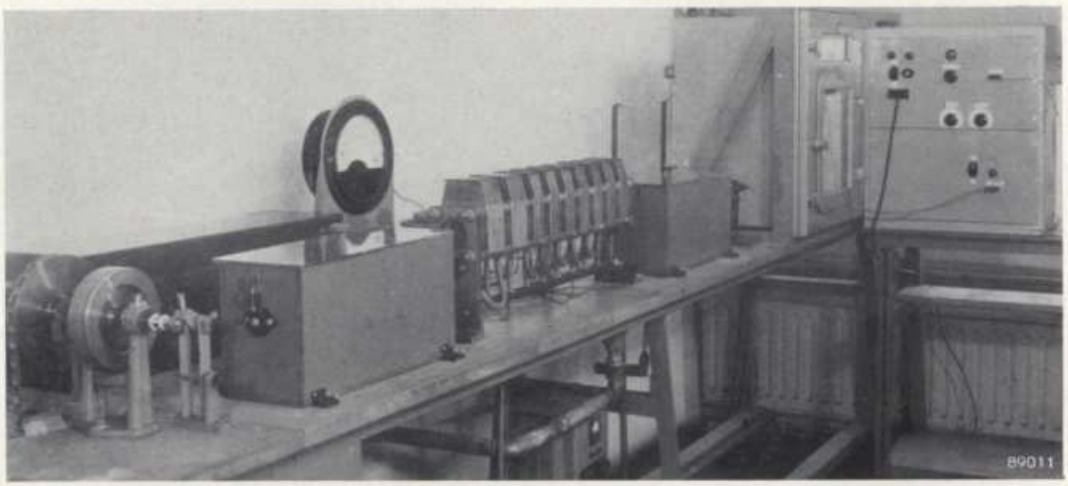


Fig. 3. Installatie voor het elektrolytisch beitsen van zeer dunne metaaldraden. Het draad passeert beurtelings bakjes met de beitsvloeistof en met een reinigende vloeistof.

continu en bij kamertemperatuur kan worden uitgevoerd. Bovendien wordt het oppervlak van het draad hierbij gereinigd, wat van veel belang is om met hieruit vervaardigde katodes een goede emissie te verkrijgen. Om deze laatste reden wordt ook draad dat iets dikker is dan 10 μ, en dat dus ook wel uitsluitend door trekken zou kunnen worden verkregen, door beitsen vervaardigd.

De fabricage van zeer dun draad door een beitsproces stelt altijd hoge eisen aan het dikkere draad waarvan men uitgaat. De diameter hiervan moet zeer constant zijn, omdat eventuele afwijkingen van de gemiddelde diameter na het beitsen relatief vergroot zijn. Door de geringe trekvastheid moet de apparatuur zeer zorgvuldig worden geconstrueerd, met name moeten het spoeltje waarvan het draad wordt afgewikkeld en de leiwieltjes buitengewoon licht lopen. In *fig. 3* is een apparaat getoond waar-

[6]) C. G. Peters, W. B. Emerson, K. N. Neffen, F. K. Harris en J. L. Cooper, Electrical methods for diamond production, Industrial Diamond Review **8**, 44, 1948.

[7]) Zie J. O'M. Bockris en D. F. Parsons, Preparation of thin tungsten fibres and their use in place of quartz, J. sci. Instr. **30**, 340, 1953.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

mede het elektrolytische beitsproces wordt uitgevoerd. Het draad passeert hierbij achtereenvolgens verschillende bakjes met de beitsvloeistof.

Eisen waaraan het draad moet voldoen

Om het draad geschikt te doen zijn voor de fabricage van gloeidraden in radiobuizen, moet het aan verschillende eisen voldoen. Enkele van deze eisen betreffen eigenschappen die gemakkelijk in een fysische grootheid kunnen worden uitgedrukt. Met name is dit het geval bij de gelijkmatigheid van de diameter, het gewicht en de weerstand per lengte-eenheid, de trekvastheid en de temperatuurcoëfficiënt van de elektrische weerstand. We bespreken eerst deze eisen, daarna nog enkele die minder gemakkelijk fysisch zijn uit te drukken.

Van draad met een dikte als dat wat hier wordt behandeld kan de diameter niet nauwkeurig worden gemeten met behulp van een microscoop. Bovendien zou men om de gelijkmatigheid van de diameter te kunnen beoordelen, een zo groot aantal metingen moeten uitvoeren dat deze methode voor controle tijdens het fabricageproces niet geschikt is. Op verschillende plaatsen worden in de literatuur methodes beschreven volgens welke men tijdens een continu fabricageproces de diameter kan controleren. Bij één dezer methodes wordt het draad gevoerd door twee doorboorde diamanten waartussen zich een afgesloten ruimte bevindt [8]). In deze ruimte wordt met een constante druk gas geblazen. Wanneer het draad volkomen gelijkmatig van diameter is, zal een constante gasstroom langs het draad door de gaten in de diamanten ontsnappen. Bij een ongelijkmatige diameter echter zal de ontsnappende gasstroom variëren, waardoor fluctuaties optreden van de druk in de ruimte tussen de beide diamanten. Volgens een andere methode voert men het draad door een condensator, waarbij veranderingen van de diameter een variatie van de capaciteit veroorzaken [9]). In beide gevallen kan men de afwijkingen van de gemiddelde diameter registreren, en door een speciale constructie van de apparatuur kunnen behalve veranderingen van de diameter ook afwijkingen in de rondheid van het draad worden geconstateerd.

De diameter van het draad kan ook worden berekend uit het *gewicht* per lengte-eenheid. Hiertoe wordt in de praktijk steeds een stuk draad ter lengte van 200 mm gewogen met een gevoelige torsiebalans. Hieruit kan men natuurlijk alleen de gemiddelde diameter van het gewogen stukje draad berekenen.

De *elektrische weerstand* per lengte-eenheid kan tijdens het fabricageproces worden gemeten door het draad te voeren door twee kwikcontacten; het gedeelte dat zich tussen deze contacten bevindt, wordt opgenomen in een brug van Wheatstone [10]). De nauwkeurigheid van deze meting kan worden vergroot door de afstand tussen de contacten klein te kiezen en het draad met een geringe snelheid te bewegen. In *fig. 4* is als voorbeeld weergegeven de

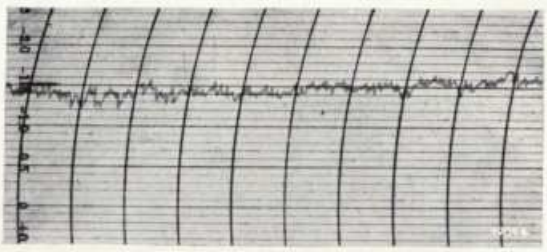


Fig. 4. Registratie van de weerstand per lengte-eenheid van een wolfraamdraad met een diameter van 11 μ terwijl deze met een snelheid van 15 m/min door een meetbrug liep. De afstand van de contacten bedroeg 20 cm. De maximale afwijkingen van de gemiddelde waarde bedragen $\pm$ 0,3%.

aldus gemeten weerstand van wolfraamdraad van 11μ terwijl dit met een snelheid van 15 m/min door een meetbrug liep, waarbij de afstand tussen de contacten 20 cm bedroeg. Het blijkt dat de maximale afwijkingen van de gemiddelde waarde $\pm$ 0,3% bedragen. Draad waarvan de weerstand geen grotere variatie vertoont, is, althans wat dit punt betreft, goed bruikbaar voor gloeidraden in radiobuizen voor batterijvoeding.

De *trekvastheid* kan op eenvoudige wijze worden bepaald door de kracht te meten waarbij een draad breekt. Deze grootheid kan dus slechts steekproefsgewijs en niet continu tijdens het fabricageproces worden gemeten. Hetzelfde is het geval met de *temperatuurcoëfficiënt van de elektrische weerstand.* Ook deze wordt dus steekproefsgewijs bepaald door de weerstand van een stukje draad bij verschillende temperaturen in een brug van Wheatstone te meten.

Tot de eigenschappen die men moeilijk in een fysische grootheid kan uitdrukken, behoren de kruip, de brosheid, de rondheid, de „rechtheid", de aard van het draadoppervlak en de afwezigheid van gesplitste gedeelten.

Onder de *kruip* verstaat men de lengtevermeerdering van een draad onder een bepaalde belasting

[8]) J. C. Evans, R. S. Marriner en J. G. Morgan, Continuous pneumatic gauging of fine wire, Machinist **96**, 679-682, 1952.

[9]) W. W. Loebe en C. Samson, Beobachtungen und Registrierungen von Durchmesserschwankungen dünner Drähte, Z. techn. Phys. **9**, 414-419, 1928.

[10]) Zie K. Dahl en J. Kern, Ein schreibendes Meßgerät zur Messung der Querschnittsschwankungen feiner Drähte, E.T.Z. **57**, 1423, 1936.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

als functie van de tijd. Ten gevolge hiervan vermindert de spanning in de gloeidraad, waardoor het gevaar voor microfonisch effect toeneemt. Is de belasting groot genoeg, dan zal de draad na verloop van tijd zelfs breken. Om een voor de praktijk belangrijk gegeven te verkrijgen, moet men de kruip bij een hoge temperatuur meten. Deze meting vereist een nauwkeurige apparatuur en is bovendien zeer tijdrovend. Om deze reden wordt meestal afgezien van de bepaling van kruip, doch wordt op de volgende wijze een gegeven verkregen dat voor de toepassing van het draad belangrijk is. Een groot aantal draden worden in vacuüm door stroomdoorgang verhit tot ongeveer 800 °C (zwarte temperatuur). In iedere draad wordt nu met behulp van een gewichtje of een veer een spanning aangebracht die enkele malen groter is dan de spanning die bij gebruik als gloeidraad aanwezig is. Noteert men nu de tijd die verloopt voordat de draden breken, dan kan men een kromme tekenen van het aantal nog niet gebroken draden als functie van de tijd. Op verschillende wijze gefabriceerde wolfraamdraden vertonen een verschillend verloop van deze „overlevendenkromme". In *fig. 5* zijn enkele van deze grafieken weergegeven. De buizenontwerper kan nu aan de hand van een dergelijke figuur besluiten welke spanning in de draad nog toelaatbaar is om tijdens de te verwachten levensduur de kans op het breken van een gloeidraad voldoende klein te maken.

De *brosheid* wordt in de regel beoordeeld door een draad om een bepaalde hoek te buigen en het aantal malen te tellen dat dit buigen kan geschieden voordat de draad breekt.

Wat de *rondheid* betreft, is het mogelijk, doch vrij moeilijk, met behulp van een microscoop aan het eindprodukt kleine afwijkingen van de cirkelvormige

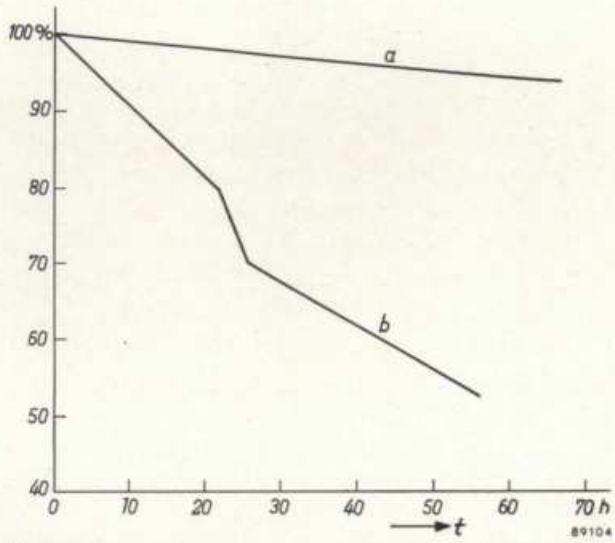


Fig. 5. Krommen die aangeven het percentage nog niet gebroken draden als functie van de tijd t in uren. De draden werden in vacuüm verhit tot een zwarte temperatuur van 775 °C en onderworpen aan een trekkracht die enkele malen groter is dan de kracht die bij toepassing als gloeidraad op de draad wordt uitgeoefend. Kromme *a* heeft betrekking op een goede draadsoort en kromme *b* op een slechte.

doorsnede vast te stellen. Meestal wordt meer resultaat bereikt door een preventieve controle van de laatste treksteen die het draad moet passeren.

Als controle op de aanwezigheid van ongelijkmatig verdeelde inwendige spanningen laat men vaak een

a

b

Fig. 6. Door het beitsproces kan een grote invloed worden uitgeoefend op de aard van het draadoppervlak. De figuren geven een 16 000-voudige vergroting weer van een ruw gebeitste draad (*a*) en een glad gebeitste draad (*b*).

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

draad van een bepaalde lengte vrij hangen en stelt dan vast in hoeverre de vorm van de draad van de rechte lijn afwijkt. Men spreekt hier kortheidshalve van de „*rechtheid*" van de draad.

Door middel van de methode van beitsen kan men een grote invloed uitoefenen op de *aard van het oppervlak*. Dit kan variëren van glanzend tot mat. In *fig. 6a* en *b* zijn als voorbeeld bij dezelfde vergroting de oppervlakken weergegeven van twee draden die op verschillende manieren zijn gebeitst.

Het vaststellen of een draad op bepaalde plaatsen is *gesplitst*, is zeer moeilijk. Zelfs met behulp van een microscoop kan men meestal niet vaststellen of een draad gesplitst is dan wel een diepe groef vertoont. Het microscopisch bekijken van een dwarsdoorsnede kan vaak uitslag hieromtrent geven. In de regel vindt men gesplitste gedeelten wanneer het draad ook in andere opzichten slecht is.

Het bedekken van het draad met aardalkalicarbonaten

Voor gebruik als katode in radiobuizen wordt het draad bedekt met carbonaten van barium, strontium en eventueel calcium. Dit bedekken kan geschieden op twee manieren, en wel:

1) Door *continu dompelen* („drag coating"). Het draad wordt hierbij enkele malen getrokken door een suspensie van de aardalkalicarbonaten, waaraan nog een bepaald percentage aardalkalinitraten is toegevoegd. Bij het passeren van de suspensie blijft telkens op de draad een dun laagje achter, dat door verhitting erop wordt vastgebakken. De nitraten werken hierbij als een anorganische binder. De vereiste laagdikte wordt verkregen door juiste keuze van de snelheid van het draad, de viscositeit van de suspensie en het aantal malen dat het draad hierdoorheen wordt getrokken.
2) Door *elektroforese* [11]). Hierbij wordt het draad door een bad gevoerd waarin zich een suspensie van geladen carbonaatdeeltjes bevindt. Doordat een spanning van enkele tientallen volt is aangelegd tussen het draad en een zich in de suspensie bevindende anode, bewegen de carbonaatdeeltjes zich naar het draad en hechten zij zich hierop vast. Door geschikte keuze van de spanning en de doorvoertijd kan de gewenste laagdikte in één keer worden verkregen. Na het drogen moet nog een laagje van een binder worden aangebracht, waartoe het draad door een oplossing van deze binder wordt gevoerd.

Ontleding van de carbonaten

Tijdens het pompproces van de radiobuis wordt de draad verhit ten einde de carbonaten in oxyden om te zetten. Hierbij wordt tevens een eventueel aanwezige organische binder verkoold en verbrand ($CO_2 + C \rightarrow 2\ CO$).

Wanneer wolfraam tezamen met bariumcarbonaat of bariumoxyde wordt verhit, treden enkele reacties op, die in het Philipslaboratorium te Irvington, U.S.A., zijn bestudeerd [12]). Bij een temperatuur van ongeveer 600 °C begint de reactie

$$3\ BaCO_3 + W \rightleftarrows Ba_3WO_6 + 3\ CO$$

op te treden. Daar de vorming van het halfgeleidende bariumwolframaat niet gunstig is, is deze reactie niet gewenst. Bij snel opvoeren van de temperatuur tot 800 à 900 °C wordt het bariumcarbonaat ontleed volgens de formule:

$$BaCO_3 \rightleftarrows BaO + CO_2.$$

Wordt echter de temperatuur tot boven 1000 °C verhoogd, dan wordt het bariumoxyde gereduceerd door het wolfraam, waarbij wederom bariumwolframaat en tevens vrij barium worden gevormd. Deze reactie verloopt volgens de formule:

$$6\ BaO + W \rightleftarrows Ba_3WO_6 + 3Ba.$$

Hierbij wordt het vrije barium verkregen, dat voor het goed functioneren van een oxydekatode nodig is. Daar dit vrije barium slechts in een geringe hoeveelheid aanwezig behoeft te zijn, dient de verhitting op hoge temperatuur slechts gedurende korte tijd plaats te hebben, om niet meer bariumwolframaat te vormen dan onvermijdelijk is [13]).

De laatstgenoemde reactie treedt waarschijnlijk ook, zij het in zeer geringe mate, op tijdens het normale functioneren van een radiobuis; het vrije barium dat door oxydatie of binding aan gasresten verloren gaat, wordt hierdoor weer aangevuld.

Op normale indirect verhitte oxydekatodes wordt meestal een laag carbonaten ter dikte van 75 μ

[11]) S. A. Troelstra, Het aanbrengen van laagjes door elektroforese, Philips techn. T. **12**, 297-307, 1950; H. C. Hamaker, A general theory of lyophobic colloïds, Rec. Trav. chim. Pays-Bas **55**, 1015-1026, 1936 en **56**, 3-25, 1937; H. C. Hamaker, A system of colloïd phenomena, Rec. Trav. chim. Pays-Bas **56**, 727-747, 1937; L. E. Grey en R. O. Jenkins, Electrophoresis in the valve industry, Electronic Engineering **26**, 402-405, 1954.

[12]) R. C. Hughes, P. P. Coppola en H. T. Evans, Chemical reactions in barium oxide and tungsten emitters, J. appl. Phys. **23**, 635-641, 1952.

[13]) Dergelijke halfgeleidende produkten, die bij de reductie van bariumoxyde ontstaan, zijn in de laatste tijd een onderwerp van voortdurende studie geweest; zie b.v. J. F. Waymouth, Deterioration of oxide-coated cathodes under low duty-factor operation, J. appl. Phys. **22**, 80-86, 1951 en L. S. Nergaard en R. M. Matheson, Studies of the interface layer in oxide cathodes, R.C.A. Review **15**, 335-361, 1954.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

aangebracht. Voor een direct verhitte katode met een diameter van slechts 8 of 11 μ is deze laagdikte natuurlijk veel te groot. Bij een wolfraamdraad van 11 μ is een laagdikte van 20 μ gebruikelijk, en zelfs hierbij is de verhouding van de diameter van de bedekte draad tot die van de blanke kern zo groot dat de temperatuur van de wolfraamkern veel verschilt van die aan het oppervlak. Dit temperatuurverschil is echter juist de oorzaak van het feit dat dunne katodes met een wolfraamonderlaag in verhouding tot dikkere katodes beter actief kunnen blijven. Daar wolfraam (in vergelijking met silicium, magnesium of aluminium, dat als bijmengsel in normaal katodenikkel voorkomt) een vrij slecht reductiemiddel is voor de aardalkalioxydes, is een hoge temperatuur van de kern gewenst om te zorgen voor een blijvende produktie van vrij barium. De temperatuur aan het oppervlak bepaalt echter de mate waarin het barium verdwijnt door verdamping en binding aan gasresten, en hier is dus juist een niet te hoge temperatuur gunstig.

Het is wellicht interessant nog te vermelden dat bij een bepaalde gloeistroom de temperatuur van de kern betrekkelijk weinig afhangt van de laagdikte, terwijl de temperatuur aan het oppervlak hiervan uiteraard sterk afhankelijk is.

Levensduurresultaten

De emissiestroom die een oxydekatode waarvan de kern uit een dunne wolfraamdraad bestaat, kan leveren, is moeilijk te voorspellen. Deze is nl. sterk afhankelijk van de zuiverheid van de materialen. De hoeveelheid oxyde op een draadje met een diameter van 11 μ en een lengte van 2 cm bedraagt ongeveer 30 μg. Nemen we aan dat hiervan 0,01% vrij barium is [14]), dan volgt hieruit dat op de katode 0,003 μg actief materiaal aanwezig is. Het spreekt wel vanzelf dat slechts met veel voorzorgen buizen kunnen worden geproduceerd waarbij deze hoeveelheid barium gedurende de gehele levensduur ongeveer constant blijft en waarbij tevens de vorming van de ongewenste wolframaten binnen de perken blijft. Tevens wordt nog geëist dat de gloeispanning mag variëren binnen de wijde grenzen waartussen de klemspanning van droge batterijen in het algemeen ligt. Toch blijkt het in de praktijk mogelijk om bevredigende resultaten te verkrijgen. Als voorbeeld hiervan zijn in *fig. 7* enige levensduurresultaten weergegeven van de miniatuurbuis DL 96.

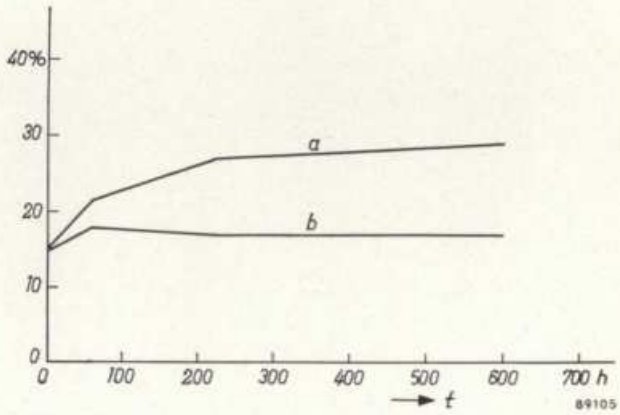


Fig. 7. Resultaat van een levensduurproef met een aantal buizen DL 96. De kromme *a* geldt voor buizen waarbij de gloeispanning tijdens de levensduurproef 1,5 V_f en de emissiestroom 5,1 mA bedroeg. Uitgezet is de procentuele steilheidsverandering die wordt gemeten wanneer de gloeispanning wordt gevarieerd van 1,4 tot 1,0 V (bij een anodestroom van 5 mA). De kromme *b* heeft betrekking op buizen waarbij de gloeispanning tijdens de levensduurproef 1,1 V en de emissiestroom 4 mA was. Horizontaal is uitgezet de tijd *t* in uren.

De hierin uitgezette procentuele steilheidsverandering bij gloeispanningsvariaties blijkt na enkele honderden uren branden nog ruim binnen de grenzen van het toelaatbare te liggen.

Samenvatting. Gloeidraden voor elektronenbuizen werden aanvankelijk vervaardigd van wolfraam. Later is men overgegaan tot het gebruik van nikkel, doch bij de in de laatste decennia ontwikkelde miniatuur- en subminiatuurbuizen wordt als gloeidraadmateriaal weer wolfraam gebruikt. De reden hiervan is de grotere trekvastheid van dit materiaal, waardoor de gloeidraad dunner kan worden gemaakt en met een kleinere gloeistroom kan worden volstaan. De meest gebruikte methode om zeer dun draad te maken, is het beitsen van dikker draad. De voornaamste eis waaraan de draad moet voldoen om deze geschikt te doen zijn voor gebruik als gloeidraad, is een grote trek- en kruipvastheid. De draad wordt bedekt met een laagje aardalkalicarbonaten, hetgeen het best kan geschieden door elektroforese. Tijdens het pompproces worden de carbonaten ontleed tot oxyden door verhitting van de gloeidraad. Bij zeer dunne gloeidraden is de verhouding van de diameter van de bedekte draad tot die van de blanke draad vrij groot. Het hierdoor ontstane temperatuurverschil tussen kern en oppervlak is de oorzaak van het feit dat dergelijke dunne katodes beter actief kunnen blijven.

[14]) R. O. Jenkins en R. H. C. Newton, Free barium in and evaporated from oxide cathodes, Nature **163**, 572, 1949.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

EEN MUZIEKINSTRUMENT VOOR DOOFSTOMME KINDEREN

789.983:616.28-008.15

Bij doofstomme kinderen zijn meestal slechts zeer geringe resten van het gehoor over. Toch kunnen zij geluiden met een intensiteit boven een zekere drempel waarnemen, hetzij met hun oren, hetzij als vibraties, met alle delen van hun lichaam, in het bijzonder de borstkas. Indien deze kinderen „doofstom" blijven, d.w.z. niet leren spreken en in hun ontwikkeling achterblijven, is dit voor een belangrijk deel daaraan te wijten dat zij uit zichzelf niet tot het besef komen dat de waargenomen trillingen informatie zouden kunnen bevatten.

In vele gevallen nu blijkt het mogelijk te zijn door oefening van de vibratiezin in het lichaam het besef van de „geluidswereld" te doen ontwaken. Het is de moeite waard, deze mogelijkheden terdege te benutten: alles wat gedaan kan worden om het doofstomme kind geluidsindrukken, hoe gebrekkig ook, deelachtig te doen worden, kan bijdragen tot zijn geestelijke ontwikkeling en kan hem helpen, de haast onoverkomelijke moeilijkheden om een „normaal" kind te worden, te overwinnen.

Een der talrijke middelen die men thans toepast voor het oefenen van de vibratiezin, is het luisteren naar muziek en, nog belangrijker, het zèlf muziek maken. Een blaasinstrument is daartoe het meest geschikt, daar het de kinderen kan leren de ademhaling te beheersen. Normaal horenden en sprekenden zijn er zich in het algemeen niet van bewust hoe fundamenteel deze factor voor het spreken is. Bij het spraakonderwijs aan doofstomme kinderen is het een der belangrijkste taken, de adembeheersing aan te kweken [1]).

In het Doofstommeninstituut te St.-Michielsgestel had men reeds ca. 15 jaar geleden enkele leerlingen geleerd een klarinet te bespelen, omdat de kinderen dit instrument tussen de lippen en ook in de borst voelen trillen. Het bleek dat de kinderen de melodie die zij op de klarinet konden spelen, spontaan met de eigen stem gingen na-neuriën [2]). De intensiteit waarmee men bij het bespelen van een klarinet zichzelf kan horen, is echter te zwak om bij de leerlingen tot een geluidsgewaarwording te leiden; bovendien is het bespelen van dit instrument te moeilijk voor zeer jonge en ook voor vele oudere kinderen. Het genoemde Instituut verzocht ons derhalve, een gemakkelijk bespeelbaar blaasinstrument te ontwikkelen, dat de kinderen in staat zou stellen de muziek zowel op de eigen oren te voelen (voor zover nog mogelijk, te horen) door middel van hoofdtelefoons, alsook over het gehele lichaam door middel van luidsprekers.

Het instrumentje — een „elektronisch blaasorgeltje" — dat hiertoe in het laboratorium te Eindhoven werd ontworpen, is hiernaast afgebeeld [3]). Als toonhoogte bepalende organen worden, ongeveer als bij een mondharmonika, een reeks stalen tongetjes op aluminiumhuisjes gebruikt. De leerling blaast via een slang met glazen mondstuk en via klepjes, die hij door toetsen kan openen, de tongetjes aan. In de afgesloten ruimte waarin de tongetjes zich bevinden, is een piëzo-elektrische microfoon aangebracht, die met een versterker en luidspreker de luchttrillingen op het gewenste peil brengt. De akoestische afscherming van de microfoon bleek afdoende om „rondzingen" te vermijden.

Zoals bij de klarinet en andere houtblaasinstrumenten, wordt dus de toonhoogte gekozen met de vingers, doch hier op een overzichtelijk toetsenbord, waarbij maar één vinger nodig is. De toonsterkte, de inzet en de duur van de toon, en dus ook het ritme, moeten met de adem beheerst worden. Van bijzonder belang wordt daarbij ook de vorm van het mondstuk geacht. Dit is daarom (en tevens om hygiënische redenen) verwisselbaar; een brede flens bepaalt de juiste stand in de mond.

Het bij blaasinstrumenten optredende probleem van de condenserende waterdamp en het speeksel werd hier door Hoeymans [3]) eenvoudig opgelost door het aanbrengen van een balgje, dat als volgt werkt. Een afgesloten ruimte wordt door een lichte beweeglijke wand in tweeën gedeeld. Blaast de speler lucht in het ene deel, dan wordt door de wand evenveel lucht uit het andere gedeelte verdrongen en deze blaast via het door de toets geopende klepje het tongetje aan. Wordt niet geblazen, dan opent zich een klepje waardoor het tweede, droge, gedeelte met de buitenlucht in verbinding wordt gebracht, en een zwakke veer duwt

[1]) Experimenten van S. Woldring in het Natuurkundig Laboratorium te Eindhoven, die binnenkort in het Ned. T. voor Doofstommenonderwijs worden gepubliceerd, hebben dit ten duidelijkste aangetoond. Voor het oplezen van een zevental korte zinnetjes hadden twee normale kinderen resp. 4 en 6 inademingen nodig, drie dove kinderen daarentegen resp. 26, 20 en 40 inademingen. De opgenomen ademhalingskrommen tonen het ongeremde, ongeregelde in de ademhaling der dove kinderen.

[2]) A. van Uden, Jaarverslagen Instituut voor Doofstommen te St.-Michielsgestel, o.a. 1951, blz. 60. Zie ook voor een algemenere inleiding: A. van Uden, Rhythmic training in sound perception of severely deaf children, Conf. Nat. Coll. Teachers of the Deaf of Great Britain, Blackpool, 13 april 1955.

[3]) Het instrumentje is verder ontwikkeld en in een aantal exemplaren gebouwd door A. Hoeymans, muziekleraar te Eindhoven.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

de scheidingswand terug. Zodra er weer geblazen wordt, wordt dit klepje automatisch weer gesloten en wordt de verdrongen lucht naar de tongen gevoerd. Weliswaar is het bij deze constructie niet mogelijk een toon van onbeperkte duur voort te brengen, wegens de uiteraard beperkte slag van de balg, doch Hoeymans is erin geslaagd de constructie zo te dimensioneren dat bij normaal gebruik daarvan geen hinder wordt ondervonden.

Het instrument, dat sinds enige jaren te St.-Michielsgestel in gebruik is, doet dienst zowel voor individueel als klassikaal onderwijs (zie de foto op de volgende bladzijde). In dit laatste geval kunnen de kinderen ook de muziek van de anderen horen (of voelen) en samenspelen.

Aan rapporten van A. van Uden [4]) ontlenen wij enkele gegevens over resultaten die bij het werken met het instrumentje werden verkregen.

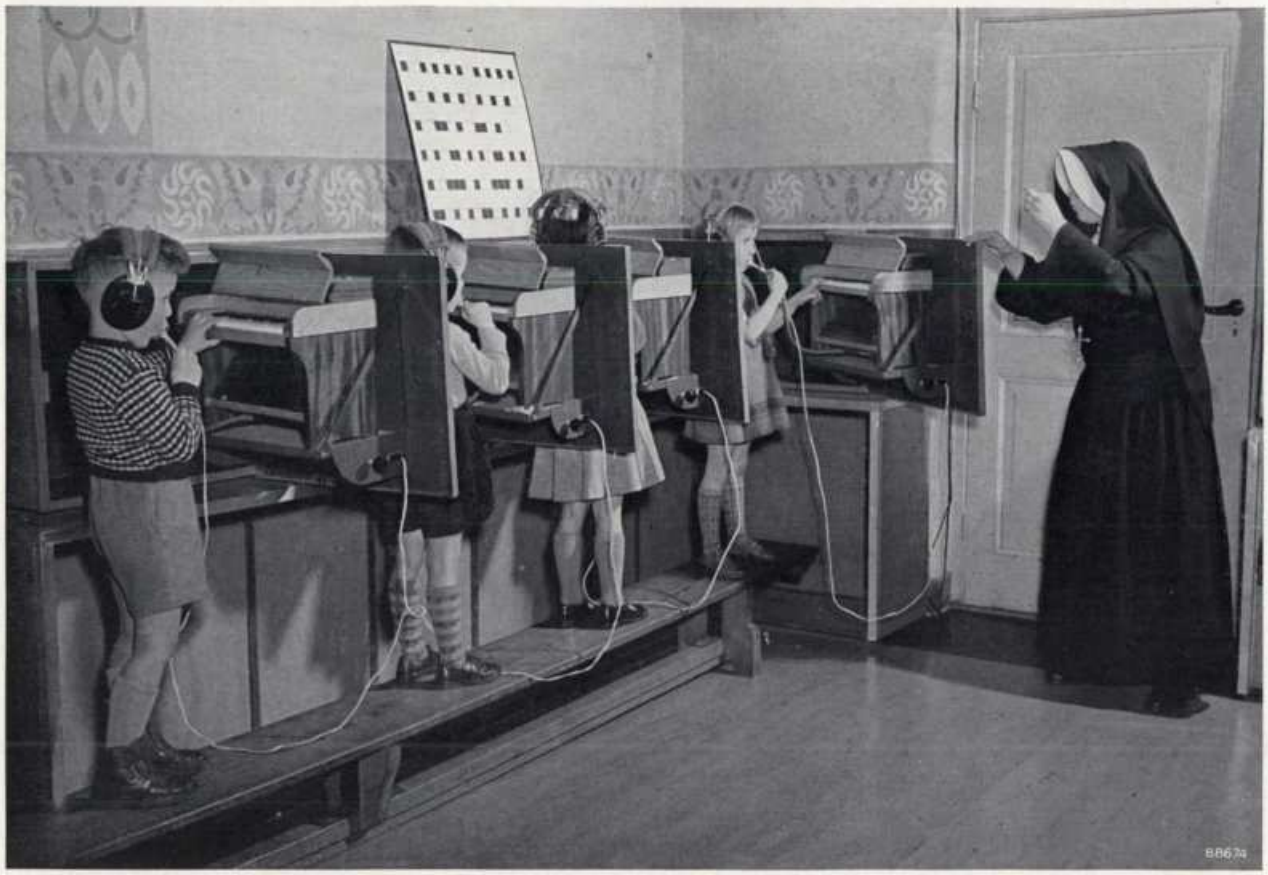
Twee groepen doofstomme kinderen — in gehoorverlies ongeveer gelijk, nl. meer dan 100 dB — moesten zes verschillende melodietjes van buiten leren: de ene groep door het bespelen van het hier beschreven blaasinstrument, de andere alleen maar door voelen en horen. Na respectievelijk $3^1/_2$ en 4 uur oefening haalde de eerste groep meer dan 90% goede herkenningen, de tweede groep slechts 67%, waarbij het voor beide groepen vrijwel geen verschil maakte of zij de aangeboden muziek beluisterden mèt of zonder een hoortoestel. Na vijf weken rust werd de proef herhaald met als resultaat respectievelijk 86% en 33%. „De motorische reactie van de eerste groep was algeheler dan die van de tweede: een spontaner meebewegen van hoofd, romp, armen en handen".

Bij 24 van de meest dove kinderen uit de derde tot en met de zevende klas, die ruim $^1/_2$ jaar bezig waren geweest met het bespelen der blaasorgeltjes, werden proeven genomen betreffende het verworven onderscheidingsvermogen voor toonhoogte. Aan de kinderen werd meegedeeld welk interval gebruikt werd, zij moesten onderscheiden wanneer de hoge en wanneer de lage toon gespeeld werd. De uitslag was: 84% goede antwoorden bij de grote terts, 77% bij de kleine terts, 74% bij de grote secunde, en nog 72% bij de kleine secunde. Het percentage goede antwoorden, voor de verschillende leeftijden, was: 67% in de derde klas, 73% in de vierde, 89% in de vijfde, 74% in de zesde, 79% in de zevende.

[4]) Zie de in noot [2]) vermelde verslagen. De proeven over het onderscheiden van toonhoogten en akkoorden zijn ons door de heer Van Uden en Zr. Irena meegedeeld, waarvoor wij gaarne onze dank uitspreken.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023



Analoge proeven over het verworven onderscheidingsvermogen voor akkoorden, genomen bij 10 der meest dove kinderen, leverden nog opmerkelijker resultaten op: in 92% van alle gevallen (12 proeven per kind) werd het verschil van kwint en secunde herkend, in 89% tussen kwint en terts, in 85% tussen kwart en terts, in 81% tussen terts en secunde, en in 68% resp. 67% zelfs de moeilijke verschillen tussen secunde en kleine secunde en tussen kwint en kwart.

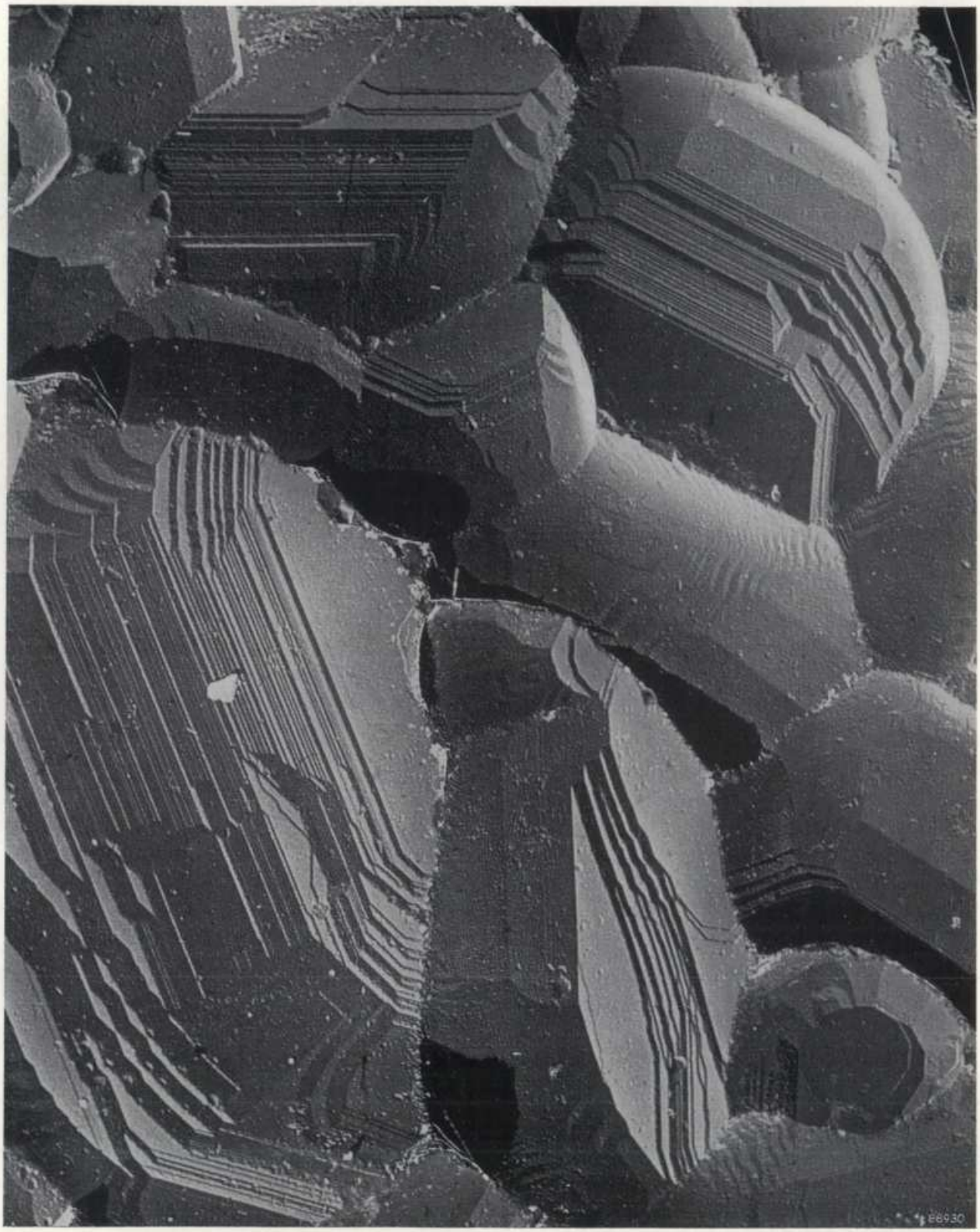
Tot een juiste appreciatie van de problemen van het doofstommenonderwijs kan men pas komen door enkele lessen in een instituut als het hier genoemde bij te wonen. Voor wie daartoe in de gelegenheid is geweest, is het moeilijk, bij de behandeling van dit onderwerp het technische detail los te maken van het menselijke aspect. Moge de goedhorende lezer, als wij, dankbaar zijn voor de eenvoudige wijze waarop hij zijn spraak-, begrips- en muzikale vorming heeft kunnen verwerven.

R. VERMEULEN.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

ELEKTRONENMICROFOTO VAN FERROXDURE



Oppervlak van een blokje ferroxdure met kleine overmaat BaO, dat gesinterd was op 1200 °C, daarna doorgezaagd en opnieuw verhit tot een iets hogere temperatuur. Foto's als deze kunnen inlichtingen verschaffen over diffusie en korrelgroei bij het rekristallisatieproces.
Het preparaat was een (met palladium geschaduwde) koolstofreplica, d.i. een koolstofhuidje opgedampt op een polystyreenafdruk die van het — niet gepolijste — ferroxdure-oppervlak was vervaardigd. De foto werd gemaakt met een elektronenmicroscoop EM 75 kV met stigmator [1]). Vergroting 23 000 ×.

[1]) Philips techn. T. **17**, 42-54, 1955 (no. 2). De voor deze microscoop ontwikkelde stigmator, die het astigmatisme sterk vermindert en het scheidend vermogen verbetert tot ca. 25 Å, zal te zijner tijd in dit tijdschrift worden beschreven.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

VOORVERSTERKER MET TRANSISTOR VOOR DE MAGNETODYNAMISCHE GROEFTASTER

door C. HUBER en J. RODRIGUES de MIRANDA. 621.375.4:681.84.081.48

De nieuwe, magnetodynamische, groeftaster heeft een voorversterker nodig indien men hem wil gebruiken in combinatie met het laagfrequentiegedeelte van een radiotoestel. Dank zij het gebruik van een transistor zijn de auteurs erin geslaagd, de voorversterker, compleet met zijn voedingsgedeelte, onder te brengen in een doosje van niet meer dan 330 cm³ inhoud.

Onlangs is een nieuwe groeftaster (type AG 3020/21) in de handel gekomen, die volgens het magnetodynamische principe werkt. In dit tijdschrift zijn er twee artikelen aan gewijd [1]). Wij brengen in herinnering dat deze groeftaster werkt met een magneet van ferroxdure, in de vorm van een dun staafje, dat loodrecht op zijn as is gemagnetiseerd en draaibaar om deze as is opgesteld tussen de einden van een magnetisch geleidend juk, waarop spoelen zijn aangebracht. De trillingen van de naald worden via een hefboompje (naaldarm) omgezet in een heen-en-weerdraaiende beweging van de magneet. Hierdoor ontstaat in het juk een wisselflux, die in de spoelen een wisselspanning induceert.

De kwaliteit van de magnetodynamische groeftaster is zodanig dat hij kan wedijveren met de elektrodynamische, die tot dusverre in de regel voor professionele doeleinden werd gebruikt. Anderzijds is de prijs zodanig dat de magnetodynamische groeftaster in aanmerking komt voor niet-professioneel gebruik. Daarbij zal men hem in vele gevallen willen aansluiten op een radiotoestel, zoals men dat met piëzo-elektrische groeftasters gewoon is te doen. Er zijn echter twee oorzaken waardoor de magnetodynamische groeftaster bij rechtstreekse aansluiting op een gewoon radiotoestel geen bevredigend resultaat zou geven. Ten eerste is hij minder gevoelig, zodat men een trap versterking extra nodig heeft. In de tweede plaats is de geleverde spanning evenredig met de snelheid van de naaldpunt, in plaats van met de amplitude, zoals bij de piëzo-elektrische groeftaster. Dit verschil maakt in het eerste geval een elektrische correctie noodzakelijk, en deze kan in de extratrap versterking worden gerealiseerd.

Ook bij de piëzo-elektrische groeftaster is enige correctie noodzakelijk. Dikwijls volstaat men met een zeer globale, mechanische correctie, door middel van mechanische resonanties in het groeftastersysteem. Betere groeftasters, zoals de piëzo-elektrische van het type AG 3015 en de magnetodynamische, vereisen een nauwkeuriger correctie, en deze kan praktisch alleen langs elektrische weg worden verkregen.

Wenst men de extratrap versterking (voorversterker met daarin opgenomen correctiemiddelen) uitgevoerd als een gemakkelijk aan te brengen schakel tussen de magnetodynamische groeftaster en een normaal radiotoestel, dan moet deze schakel bij voorkeur klein en onopvallend zijn. Nog belangrijker is dat hij zijn eigen voedingsgedeelte moet bevatten, daar het betrekken van de voeding uit het radiotoestel (althans bij een reeds bestaand toestel) te ingrijpende maatregelen zou vergen.

Met één buis, b.v. een dubbele triode, zou men gemakkelijk een voldoend grote versterking kunnen verkrijgen, maar het gebruik van transistors is hier veel aantrekkelijker: een transistor is kleiner dan een buis, bezit geen gloeidraad en heeft bovendien een geringer gelijkstroomvermogen nodig. Dit laatste kan dan ook gemakkelijk worden geleverd

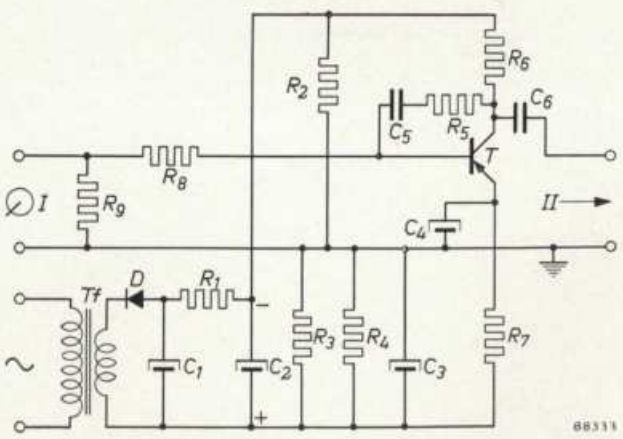


Fig. 1. Schema van de voorversterker type AG 9005. De ingangsklemmen *I* worden aangesloten op een magnetodynamische groeftaster AG 3020 of AG 3021, de uitgangsklemmen *II* op de grammofoonaansluiting van een radiotoestel. *T* lagentransistor OC 73. *Tf* voedingstransformator. *D* germaniumdiode OA 81. C_1-R_1-C_2 afvlakketen. C_3, C_4 overbruggingscondensatoren. C_5 scheidingscondensator. Voor de betekenis van de andere letters, zie fig. 4 en fig. 6.

[1]) N. Wittenberg, Een magnetodynamische groeftaster, I. Constructie, II. Frequentiekarakteristieken, Philips techn. T. **18**, 113-122 en 183-188, 1956 (nos. 4 en 5-6).

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

door middel van een germaniumdiode, die in vergelijking met een gelijkrichtbuis dezelfde voordelen heeft als een transistor ten opzichte van een versterkbuis, namelijk kleinere afmetingen en afwezigheid van een gloeidraad.

Het blijkt dat we met één transistor kunnen volstaan. Het volledige schema — waarvan we aanstonds het wisselstroom- en het gelijkstroomgedeelte afzonderlijk zullen beschouwen— is weergegeven in *fig. 1*. Men ziet dat de transistor T wordt gebruikt in de schakeling met gemeenschappelijke emissor, waarbij dus de basis de ingangselektrode is en de collector de uitgangselektrode. Het uiterlijk van het apparaat (type no. AG 9005) is afgebeeld in *fig. 2*.

Fig. 2. Uiterlijk van de voorversterker (met voedingsgedeelte) type AG 9005. Afmetingen: grondvlak 86 bij 78 mm, hoogte 49 mm.

Frequentiekarakteristiek

Voor de meeste grammofoonplaten geldt als „snijkarakteristiek" de kromme B in *fig. 3*. Deze zg. „New Orthophonic" kromme geeft als functie van de frequentie f de topsnelheid $\hat{v}$ van de beitel waarmee bij het opnemen de groef in de lakplaat wordt gesneden [2]), op logaritmische schaal. B is het spiegelbeeld van de zg. „fononorm" A ten opzichte van het niveau bij 1 kHz; de fononorm geeft als functie van f het verloop van de uitgangsspanning E van een bepaald weergeefkanaal, dat volgens een Amerikaans voorstel als norm voor grammofoonweergave wordt aanbevolen, bij constante topsnelheid van de naaldpunt van de groeftaster. Bij de magnetodynamische groeftaster is de geïnduceerde E.M.K. evenredig met deze snelheid, dus (als we de groeftaster ideaal onderstellen) evenredig met de beitelsnelheid van de groefsnijder.

[2]) Philips techn. T. **17**, 33-41, 1955 (no. 2), in het bijzonder blz. 36-37.

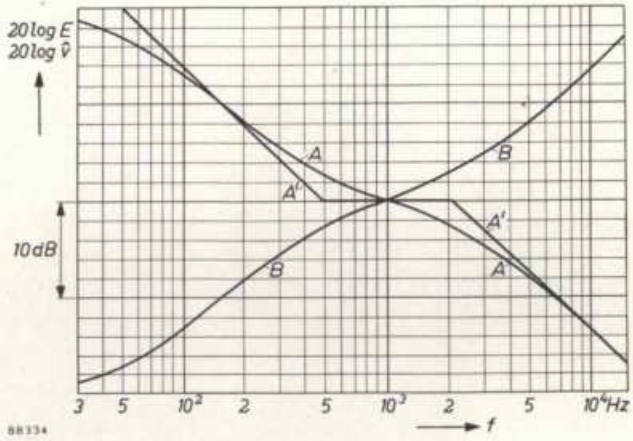


Fig. 3. A Amerikaanse fononorm. B „New Orthophonic" snijkarakteristiek. A' geschematiseerd verloop van de fononorm.

De bij de magnetodynamische groeftaster gebruikte versterkinstallatie moet dus een frequentiekarakteristiek hebben die de fononorm A zo goed mogelijk benadert. In het onderhavige geval is het de karakteristiek van de voorversterker die aan de fononorm moet beantwoorden, daar het overige deel van het weergeefkanaal (b.v. het laagfrequentiegedeelte van een radiotoestel) bedoeld is om te worden gevoed met een signaal dat niet van de frequentie afhangt. De voorversterker moet dus ten opzichte van het middengebied (bij 1 kHz) de hoge frequenties minder en de lage meer versterken.

Het gewenste verloop is ten naaste bij verkregen dank zij twee maatregelen. Deze bestaan in het aanbrengen van 1) een tegenkoppelketen R_5-C_5 tussen collector en basis, en 2) een weerstand R_8 in serie met de groeftaster (zie *fig. 4*, die uitsluitend het wisselstroomgedeelte van fig. 1 weergeeft en waarin de groeftaster is voorgesteld als een generator met E.M.K. E_i, inwendige zelfinductie L_i en inwendige weerstand R_i).

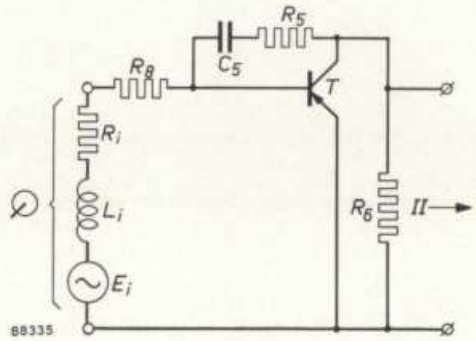


Fig. 4. De delen van het schema fig. 1 voor zover er wisselstroom in loopt. E_i-L_i-R_i vervangingsschema van de groeftaster. R_8 serieweerstand, die zorgt voor het relatief minder versterken bij hoge frequenties. R_5-C_5 tegenkoppeling, voor het relatief meer versterken bij lage frequenties. T transistor OC 73. R_6 collectorweerstand. II uitgangsklemmen.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

Ter verduidelijking van het effect dezer maatregelen beschouwen we in fig. 3 in plaats van de fononorm A het geschematiseerde verloop A' ervan. Dit vertoont een versterking die beneden 0,5 kHz en boven 2,1 kHz omgekeerd evenredig met de frequentie afneemt, en die tussen de genoemde frequenties constant is.

Bij frequenties $f = \omega/2\pi$ waarvoor $1/\omega C_5 \ll R_5$, veroorzaakt de keten R_5-C_5 een tegenkoppeling die (nagenoeg) niet van f afhangt, zodat in dit gebied ook de versterking (afgezien van andere invloeden) onafhankelijk van f is. Bij frequenties zo laag dat $1/\omega C_5 \gg R_5$, neemt daarentegen de tegenkoppeling recht evenredig met f toe, de versterking bij gevolg ongeveer omgekeerd evenredig met f af, juist zoals het linker gedeelte van de geschematiseerde fononorm A' het verlangt. De overgang van het ene naar het andere frequentiegebied is gekenmerkt door de frequentie $f_1 = 1/(2\pi R_5 C_5)$. De waarden van R_5 en C_5 zijn in overeenstemming met de fononorm zo gekozen dat $f_1 =$ ca. 0,5 kHz.

Juist andersom werkt de combinatie van zelfinductie en weerstand in de keten bestaande uit L_i, R_i, R_8 en de inwendige weerstand R_{be} tussen basis en emissor. De basiswisselstroom is (nagenoeg) onafhankelijk van f voor frequenties $f \ll f_2 = (R_i + R_8 + R_{be})/2\pi L_i$ — waarin R_{be} de weerstand van de transistor tussen basis en emissor is — en (nagenoeg) omgekeerd evenredig met f voor $f \gg f_2$. Zetten wij de logaritme van de basisstroom uit tegen log f, dan vinden wij dus bij $f \ll f_2$ een horizontale lijn, en bij $f \gg f_2$ een met toenemende frequentie dalende rechte, in overeenstemming dus met het rechter gedeelte van de fononorm. Dit gedeelte heeft een overgangsfrequentie van 2,1 kHz. De weerstand R_8 is zo gekozen dat f_2 bij deze waarde is komen te liggen.

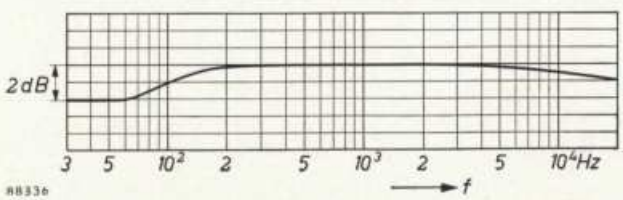


Fig. 5. Versterking E_o/E_i op logaritmische schaal als functie van de frequentie f, waarbij E_i varieert met f volgens de snijkarakteristiek B in fig. 2. Uitwendige belasting 150 kΩ.

Het resultaat van beide maatregelen gecombineerd ziet men in *fig. 5*. Hier is 20 log E_o/E_i als functie van f uitgezet, waarin E_o de uitgangsspanning van de voorversterker is en E_i met f werd gevarieerd volgens de „New Orthophonic" snijkarakteristiek (B in fig. 3). E_o/E_i vertoont in het frequentiegebied van 40 tot 20 000 Hz geen grotere variatie dan 2 dB.

Enige gegevens betreffende gevoeligheid, versterking en vervorming van de voorversterker in combinatie met de magnetodynamische groeftaster vindt men in onderstaande *tabel*. Voor zover nodig volgen hier de definities van de vermelde begrippen.
Gevoeligheid: uitgangsspanning E_o (effectieve waarde) in mV bij een topsnelheid van 1 cm/s van de naaldpunt.
Spanningsversterking: 20 log E_o/E_i dB.
Stroomversterking: 20 log I_o/I_i dB (I_i = ingangsstroom, I_o = uitgangsstroom).
„Tussenschakelversterking" („insertion gain"): 20 log E_o/E_1 dB, als E_1 de klemspanning van de groeftaster is wanneer deze belast is met zijn normale belastingsweerstand (68 kΩ).
Overdrachtsimpedantie: E_o/I_i, in mV/μA.

Tabel. Enige gegevens betreffende gevoeligheid, versterking en vervorming van de groeftaster AG 3020/21 met de voorversterker AG 9005. Uitwendige belasting: weerstand ≧120 kΩ parallel met capaciteit ≦ 10^{-9} F.

Frequentie	60	1000	10 000	Hz
Gevoeligheid	400	71,5	15,5	mV/(cm/s)
Spanningsversterking . . .	41	27	25	dB
Stroomversterking	21,4	7,8	5,2	dB
Tussenschakelversterking .	41	25	13,6	dB
Overdrachtsimpedantie . .	1170	230	180	mV/μA
Vervorming (bij maximale E_o en omgevingstemperatuur 20 °C)	≦1,5	≦0,4	≦2	%

Stabilisatie van het werkpunt

Bij maximale modulatie kan de uitgangsspanning topwaarden van 3,5 V vertonen. Om distorsie te voorkomen, moet men ervoor zorgen dat de rustspanning $|V_{ce}|$ tussen collector en emissor nimmer beneden 4 V daalt. Voor de nominale waarde van $|V_{ce}|$ is de vrij hoge waarde van 10 V gekozen, maar er zijn een aantal oorzaken waardoor het gevaar van $|V_{ce}| < 4$ V niet denkbeeldig is: behalve met netspanningsschommelingen, moet men rekening houden met de vrij aanzienlijke invloed van de temperatuur, en verder met de spreiding in eigenschappen van de transistor en met de spreiding in weerstandswaarden.

Voor de transistor is een nieuw type lagentransistor [3]) gekozen, OC 73, dat in de fabricage een

[3]) Voor een eenvoudige theorie van de lagentransistor, zie F. H. Stieltjes en L. J. Tummers, Philips techn. T. **17**, 201-214, 1955 (no. 7-8).

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

aanmerkelijk kleinere spreiding vertoont dan de oudere typen. Weerstanden met een tolerantie van $\pm 2\%$ zijn voorgeschreven op die plaatsen waar de weerstandswaarde er nauwkeurig op aan komt.

Resteert nog de invloed van de temperatuur. Deze invloed is in het algemeen bij transistors vrij groot, en van de onderhavige voorversterker wordt goede werking verlangd bij alle omgevingstemperaturen van 10 tot 45 °C (deze hoge temperatuur wegens de verwachting dat de magnetodynamische groeftaster ook in de tropen een groot afzetgebied zal vinden, omdat hij beter dan andere systemen tegen een tropisch klimaat bestand is).

Als eerste maatregel tegen temperatuursinvloed is in serie met de gemeenschappelijke elektrode — i.c. de emissor — een weerstand R_7 aangebracht (zie *fig. 6*, die het gelijkstroomgedeelte van het schema fig. 1 weergeeft). Zoals een katodeweerstand stabiliserend werkt op de anodestroom van een buis, zo werkt hier R_7 (overbrugd door de serieschakeling van de condensatoren C_3 en C_4, zie fig. 1) stabiliserend op de collectorgelijkstroom (gelijkstroomtegenkoppeling), en daardoor op de spanning V_{ce}.

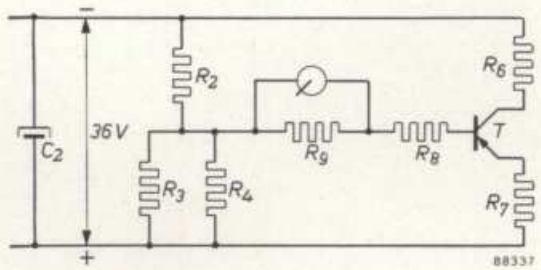


Fig. 6. Het gelijkstroomnetwerk uit het schema fig. 1. C_2 afvlakcondensator. $R_2 + (R_3//R_4)$ spanningsdeler (R_3 NTC-weerstand, R_4 gewone weerstand). R_6 collectorweerstand. T transistor OC 73. R_7 weerstand voor gelijkstroomtegenkoppeling. R_8 serieweerstand (zie fig. 4). R_9 weerstand die voorkomt dat er een te hoge spanning over de transistor optreedt wanneer men de groeftaster losneemt.

Deze maatregel is echter niet afdoende. Om een grote versterking te krijgen, is voor de collectorweerstand R_6 een hoge waarde gekozen (0,1 MΩ). Daardoor kan een kleine toeneming van de collectorstroom (door stijgende temperatuur) al voldoende zijn om $|V_{ce}|$ beneden de toelaatbare waarde te doen dalen. Om deze reden is als tweede stabilisatiemaatregel in de spanningsdeler $R_2 + (R_3//R_4)$, die de potentiaal van de basis vastlegt, een weerstand met grote negatieve temperatuurcoëfficiënt (NTC-weerstand) [4]) opgenomen, namelijk R_3. Daardoor is de potentiaal van de basis zodanig afhankelijk van de omgevingstemperatuur dat de temperatuursinvloed op de transistor in voldoende mate wordt gecompenseerd.

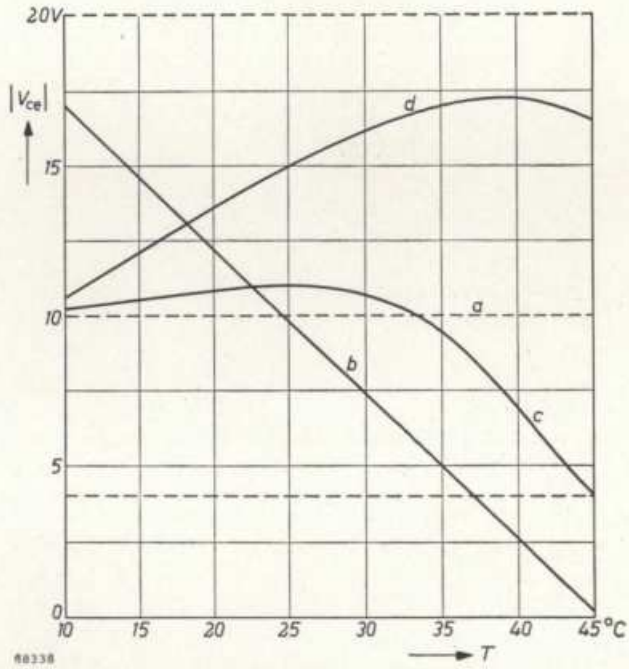


Fig. 7. Lijn a: constante waarde van 10 V waarop men $|V_{ce}|$ zou willen houden, onafhankelijk van de omgevingstemperatuur T. Lijn b: verloop van $|V_{ce}|$ indien men geen gebruik maakte van een NTC-weerstand (R_3 in fig. 6). Lijnen c en d: uiterste karakteristieken (alle toleranties in aanmerking genomen), bij gebruik van een gewone weerstand (R_4) parallel met een NTC-weerstand (R_3).

Deze compensatie kan als volgt worden verduidelijkt. In *fig. 7* geeft a de waarde aan waarop men $|V_{ce}|$ constant zou willen houden (10 V). Maakte men niet van een NTC-weerstand gebruik, dan zou $|V_{ce}|$ van de omgevingstemperatuur T afhangen volgens de lijn b. Als men $R_3//R_4$ vervangt door een regelbare weerstand en nagaat hoe men deze moet variëren om $|V_{ce}| = 10$ V te houden wanneer T van 10 tot 45 °C verandert, vindt men de kromme R in *fig. 8*. Een NTC-weerstand vertoont een verloop met T dat hiervan sterk afwijkt, zoals de kromme *NTC*. Door een NTC-weerstand en een gewone weerstand parallel te schakelen, kan men een verloop krijgen zoals $R_3//R_4$ in fig. 8, dat men het gewenste verloop (R) dicht genoeg kan doen benaderen — in ons geval door aan een NTC-weerstand van 47 kΩ (bij 25 °C) een gewone weerstand van 20 kΩ parallel te schakelen. Met deze combinatie vinden wij voor $|V_{ce}|$, alle toleranties in aanmerking genomen, als uitersten de krommen c en d in fig. 7. Men ziet dat $|V_{ce}|$ in het temperatuurgebied van 10 tot 45 °C nergens beneden 4 V daalt en evenmin 20 V (de maximale waarde die voor de transistor toelaatbaar is) overschrijdt.

De weerstand R_9 (fig. 1 en fig. 6) maakt dat bij verwisselen of losnemen van de groeftaster de basisketen niet onderbroken wordt, en verhindert aldus dat op de transistor een te hoge spanning zou komen te staan. De weerstand van R_9 is zo hoog (0,47 MΩ) dat hij, als de groeftaster is aangesloten, geen invloed heeft.

[4]) E. J. W. Verwey, P. W. Haayman en F. C. Romeyn, Philips techn. T. **9**, 239-248, 1947.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

Opgemerkt zij nog dat de basisgelijkstroom (max. ca. 50 μA) door de groeftaster loopt, doch dit is geheel onschadelijk.

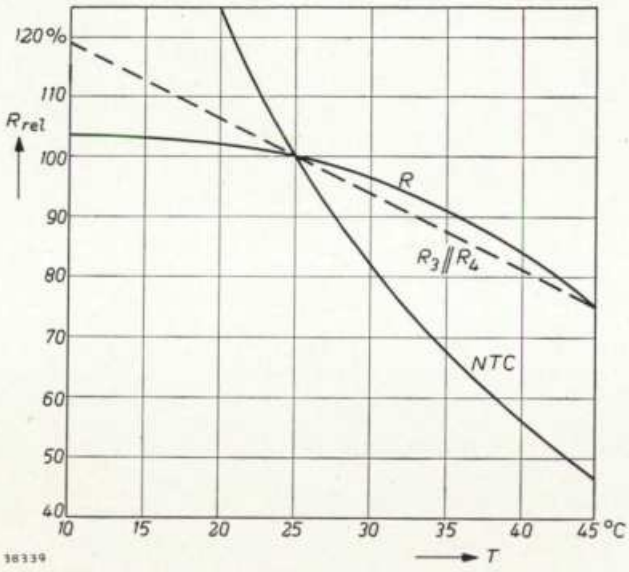


Fig. 8. R verloop van de weerstandswaarde die $R_3//R_4$ in fig. 6 moet hebben om $|V_{ce}| = 10$ V te doen blijven, bij $T = 10$ tot 45 °C. *NTC* verloop van de weerstandswaarde van een NTC-weerstand. $R_3//R_4$ benadering van het verloop R, door middel van een parallelschakeling van de NTC- en een gewone weerstand. (Alle weerstandswaarden op relatieve schaal, 100% bij 25 °C.)

Voedingsgedeelte

De hoge waarden van $|V_{ce}|$ (nominaal 10 V) en van de collectorweerstand R_6 maken een relatief hoge voedingsspanning nodig, namelijk 36 V. Deze spanning kan verkregen worden door gelijkrichting met een germaniumdiode [5]) OA 81, waarvan de maximale keerspanning 115 V is. Bij de hier gevraagde stroom (ca. 0,4 mA) is deze diode ver onderbelast.

Het filter C_1-R_1-C_2 (fig. 1) vlakt de gelijkgerichte spanning zodanig af dat de extrabrom die aan de luidspreker door het in werking stellen van de voorversterker ontstaat, niet of ternauwernood hoorbaar is. Dit betekent dat de bromcomponent in de uitgangsspanning van de voorversterker minder dan 1,5 mV bedraagt, d.i. ca. 65 dB beneden de maximale uitgangsspanning.

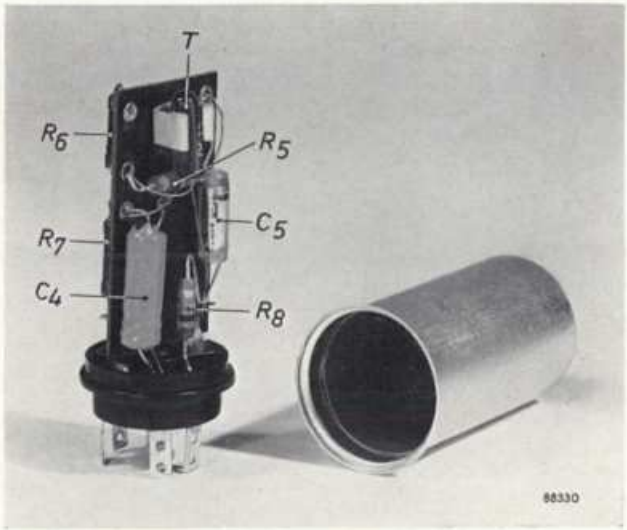


Fig. 10. De eigenlijke voorversterker met zijn afschermbus (middellijn 26 mm, lengte 52 mm). Betekenis van de letters als in fig. 1, 4 en 6.

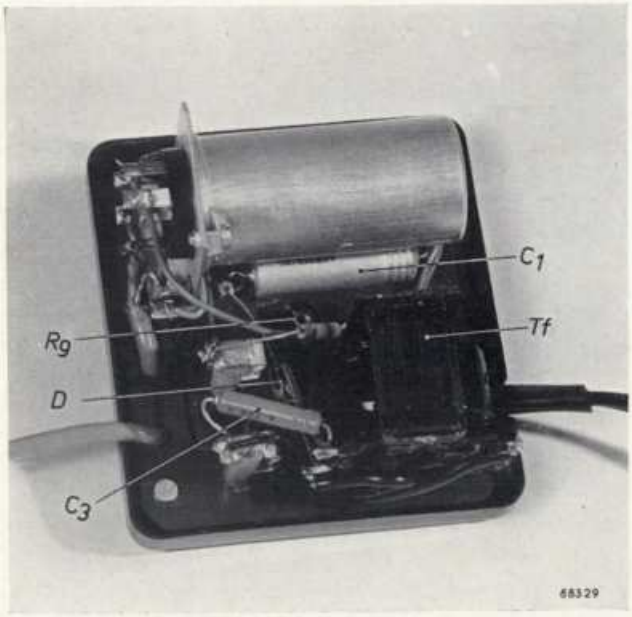


Fig. 9. Het inwendige van de voorversterker AG 9005. De ronde bus bevat de eigenlijke versterker (zie fig. 10). Betekenis van de letters als in fig. 1, 4 en 6.

Een bijzonderheid is nog te melden betreffende de transformator. Om te voldoen aan de veiligheidseisen, voorziet men bij radiotoestellen, versterkers e.d. de voedingstransformator van een temperatuurbeveiliging, die automatisch de transformator van het net afschakelt wanneer deze te heet dreigt te worden. In ons geval is de transformator zo klein dat er moeilijk zulk een beveiliging op aan te brengen zou zijn. Gelukkig blijkt dit ook geheel overbodig te zijn, daar de transformator kortsluitvast is. Bij normale werking bestaat het gedissipeerde vermogen voornamelijk uit ijzerverliezen; bij kortsluiting van de secundaire spoel neemt het koperverlies weliswaar toe, maar dank zij de relatief grote spreiding en weerstand van de spoelen slechts weinig, en door het toegenomen spanningsverlies in de primaire spoel wordt de geïnduceerde E.M.K. kleiner, dus

[5]) Philips techn. T. **16**, 242-249, 1954.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

de ijzerverliezen eveneens. Daardoor verandert bij kortsluiting het totale verlies bijna niet, zodat de transformator dus ook niet te warm wordt.

Mechanische uitvoering

De voorversterker, compleet met voedingsgedeelte, is ondergebracht in een rechthoekig doosje van „Philite" (fig. 2 en *fig. 9*), waarvan de afmetingen 86 bij 78 bij 49 mm zijn. De eigenlijke voorversterker is hierin aanwezig als een afzonderlijke eenheid, daar al zijn onderdelen zijn gemonteerd op een isolatieplaatje, dat in een afschermbus is aangebracht (*fig. 10*). De reden hiervan is dat men, indien toekomstige radiotoestellen en versterkers worden voorzien van aansluitpunten van welke men de voeding (36 V, 0,4 mA) kan betrekken, met het inbouwen van de in fig. 10 afgebeelde versterker kan volstaan.

Samenvatting. Beschrijving van de voorversterker AG 9005, die bestemd is om als schakel te dienen tussen de magnetodynamische groeftaster AG 3020/21 en een normaal radiotoestel. Het doel ervan is, de spanning op een voldoend hoge waarde te brengen (max. 2,5 V effectief) en tevens de frequentiekarakteristiek in overeenstemming te doen zijn met de „New Orthophonic" snijkarakteristiek van grammofoonplaten. De nodige versterking is verkregen met één transistor OC 73 in de schakeling met gemeenschappelijke emissor. Ter stabilisatie van het werkpunt bij verschillende omgevingstemperaturen (10 tot 45 °C) is o.a. gebruik gemaakt van een NTC-weerstand. Het voedingsgedeelte omvat een kortsluitvaste transformator, een germaniumdiode OA 81 en een afvlakfilter. Het geheel is ondergebracht in een doosje van 86 bij 78 bij 49 mm.

EEN NIEUW SOORT AFSTEMINDICATOR

621.385.832:621.317.7

Afstemindicatoren worden toegepast in radio-ontvangtoestellen als hulpmiddel ter controle van de juiste afstemming. Voorts gebruikt men afstemindicatoren op grote schaal in brug- en compensatieschakelingen ter indicatie van een meetspanning, of, nauwkeuriger gezegd: ter controle of het verschil tussen twee te vergelijken spanningen nul is. Een nadeel van de tot dusver gebruikelijke afstemindicatorbuizen is dat zij vrijwel uitsluitend het al of niet bestaan van een verschil aangeven, niet echter het teken hiervan en slechts op zeer onnauwkeurige wijze de grootte ervan.

Bij de afstemindicatorbuis E 82 M, die ontwikkeld is in het laboratorium van de Valvo Radioröhrenfabrik te Hamburg [1]), is deze beperking opgeheven. Een elektronenbundel, die in deze buis een rechthoekige doorsnede heeft, produceert op een fluorescentiescherm een rechthoekige lichtvlek. In tegenstelling met de tot dusver gebruikelijke afstemindicatorbuizen bevat de E 82 M twee symmetrisch opgestelde elektrodes die als stuurroosters werken. Aan deze beide elektrodes worden rechtstreeks of via versterkingssystemen twee te vergelijken spanningen toegevoerd. Zijn de spanningen niet even groot, dan krijgt men een afbuiging van de lichtvlek naar de ene of naar de andere zijde, terwijl de breedte van de (niet-afgebogen) lichtvlek inlichting geeft over de gemiddelde waarde van de beide spanningen.

[1]) Zie ook H. te Gude en E. Schaaff, Abstimmanzeigeröhren für die Messtechnik, Elektronische Rundschau **9**, 184-189, 1955 (no. 5).

Bij een dergelijk systeem heeft men een „merkstreep" nodig om de niet-afgebogen stand van de lichtvlek aan te geven (nulstand). Ten einde deze „merkstreep" bij mogelijke onsymmetrieën in het systeem of in de schakeling gemakkelijk te kunnen bijstellen (nulpuntscorrectie), en om bovendien de buis beter te kunnen aanpassen bij eventuele speciale wensen wat betreft de manier van aflezing, wordt bij de E 82 M de „merkstreep" buiten de ballon aangebracht. Te dien einde wordt het fluorescentiescherm, in tegenstelling met de conventionele afstemindicatorbuizen, niet van de zijde van de elektronenbundel, maar van de andere kant (in doorzicht) bekeken. Parallaxfouten zijn daarbij vermeden doordat het scherm rechtstreeks op de binnenwand van de ballon is aangebracht. Het merkteken heeft de vorm van een afleesmal, die op de ballon wordt geschilderd, of van een masker van dun blik, dat op de cilindrische ballon wordt geschoven en dat men alle mogelijke vormen kan geven. Een voor vele doeleinden geschikte vorm is in *fig. 1* afgebeeld; *fig. 2a* laat een volledige buis zien, fig. 2*b* een buis met afgenomen houder voor het masker en daarnaast vier mogelijke vormen van maskers (*1-4*).

Op een glaswand aangebrachte fluorescentieschermen worden vanouds gebruikt in oscillograafbuizen, televisieweergeefbuizen enz. Bij deze buizen worden de elektronen in het algemeen versneld door een spanning van enige duizenden volt. Bij een afstemindicator is men voor de voeding aangewezen

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

op de inrichting die in het ontvangtoestel of in het meettoestel aanwezig is, zodat de versnellingsspanning niet hoger dan b.v. 250 volt kan zijn. De gebruikelijke fluorescentieschermen worden bij zo

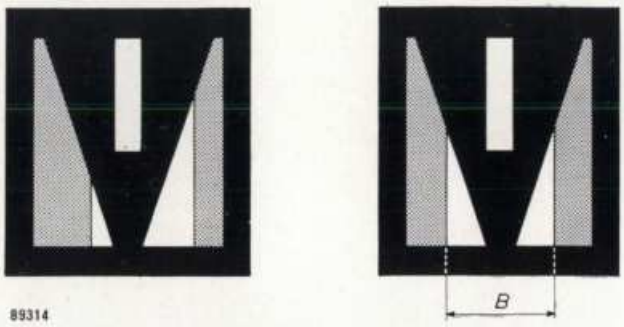


Fig. 1. Masker voor de afstemindicatorbuis E 82 M. Rechts: aanzicht van het masker bij afstemming; links: bij een afwijking hiervan. De breedte B van de lichtvlek (dus ook de hoogte van de lichtende driehoeken bij afstemming) is een maat voor de gemiddelde waarde van de beide meetspanningen.

lage spanningen dusdanig geladen dat aan verdere elektronen wordt belet op het scherm te vallen, zodat dit donker blijft; bij voldoend hoge spanning (hoger dan de zg. vlekspanning) wordt de lading dank zij de toenemende secundaire elektronenemissie snel genoeg afgevoerd om dit verschijnsel te vermijden [2]).

laag ook bij lage spanningen voor het afvoeren van de lading. In ons geval wordt ten behoeve van het afvoeren van de lading de binnenwand van de glazen ballon, alvorens het fluorescentieschermpje hierop wordt aangebracht, voorzien van een zeer dunne, nagenoeg geheel doorzichtige, maar betrekkelijk goed geleidende laag tinoxyde en hieraan wordt de positieve versnellingsspanning van de buis toegevoerd. Door deze maatregelen is de vlekspanning verminderd tot ongeveer 100 volt. Als fluorescerende stof wordt het blauwgroen fluorescerende zinkoxyde gebruikt, dat na verdere activering door elektronenbombardement een langzamer daling van de helderheid met de levensduur te zien geeft dan het gebruikelijke willemiet.

Ten einde een grote afbuiggevoeligheid te verkrijgen, is voor elk der beide te indiceren spanningen een versterksysteem in de indicatorbuis zelf aangebracht. Elk van de spanningen wordt toegevoerd aan het rooster van een triode die als spanningsversterker werkt; de anodes van deze beide triodesystemen zijn tegelijk de afbuigelektrodes van de indicatorbuis, zoals in *fig. 3* is te zien.

Natuurlijk moeten de karakteristieken van de beide triodesystemen binnen het werkgebied geheel met elkaar samenvallen, aangezien het optreden van

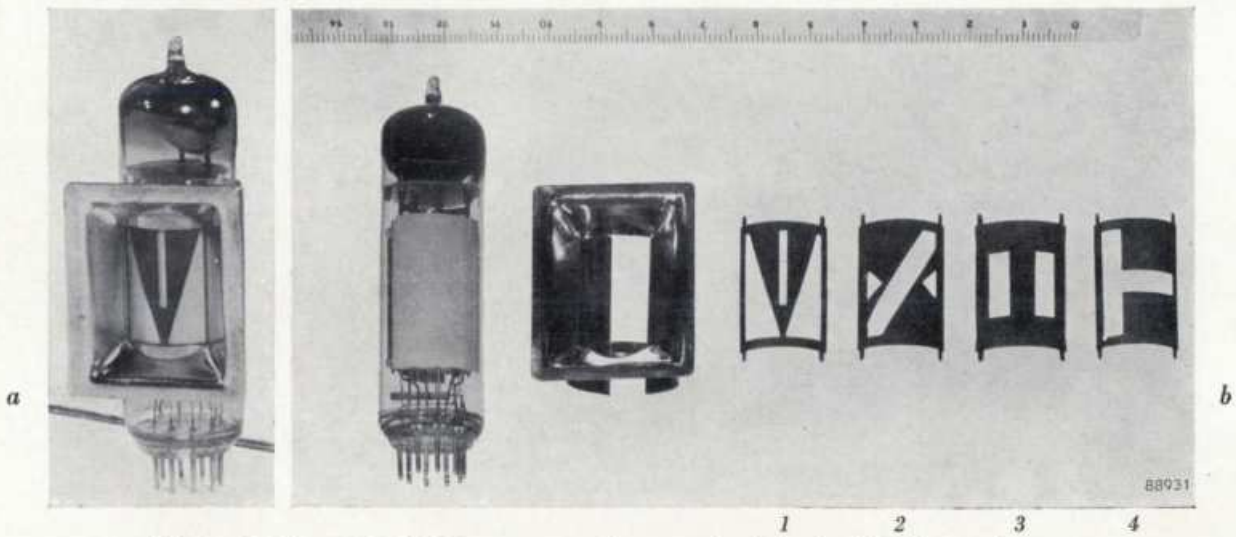


Fig. 2. *a*) Indicatorbuis E 82 M met erop geschoven masker in houder. *b*) Buis met afgenomen houder voor het masker; hiernaast verschillende mogelijke vormen van het masker (*1-4*).

Bij schermen op metalen dragers zoals zij in de gebruikelijke afstemindicatoren worden toegepast (waarneming niet in doorzicht, maar van de zijde van de elektronenbundel), zorgt de geleidende onder-

steilheidsverschillen bij variatie van het werkpunt der triodes hetzelfde effect zou hebben als een asymmetrie van de te vergelijken spanningen. Om dit samenvallen te kunnen waarborgen, zijn de karakteristieken van de E 82 M zo recht mogelijk gemaakt. In het geval van gekromde karakteristieken (regelkarakteristieken), die bij de conventionele indicatorbuizen veelal worden gebruikt om het

[2]) Een en ander is uitvoerig uiteengezet b.v. in: J. de Gier, A. C. Kleisma en J. Peper, Secundaire elektronenemissie van het scherm van een weergeefbuis, Philips techn. T. **15**, 359-365, 1953.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

indicatiegebied te vergroten, zou het in de fabricage nauwelijks mogelijk zijn storende verschillen in het dubbele systeem te vermijden. Maar ook met de rechte karakteristieken wordt bij de E 82 M een zeer groot indicatiegebied verkregen, door de volgende kunstgreep. Men geeft de beide triodesystemen afzonderlijke anodeweerstanden, doch een gemeenschappelijke katodeweerstand. De weerstanden en spanningen worden zodanig gekozen dat door de katodeweerstand de beide triodes een negatieve roostervoorspanning krijgen die in dezelfde richting en met ongeveer hetzelfde bedrag verandert als de gemiddelde waarde van de beide te vergelijken meetspanningen, die aan de roosters worden toegevoerd. De absolute grootte van deze gemiddelde waarde wordt dus slechts ten dele geïndiceerd en mag derhalve binnen wijde grenzen (die men met de katodeweerstand en de katodevoorspanning nog kan instellen) variëren; het verschil van de meetspanningen daarentegen, d.w.z. de onbalans, wordt

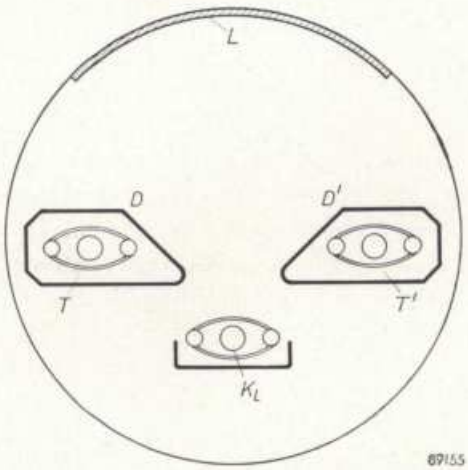


Fig. 3. Doorsnede van de buis E 82 M. K_L katode die de rechthoekige lichtvlek op het fluorescentiescherm L produceert. D, D' afbuigelektrodes en tegelijk anodes van de triodesystemen T, T'.

steeds volledig geïndiceerd. Om deze compensatieschakeling te kunnen toepassen, is de leiding voor de katode van het indicatiesysteem gescheiden van die voor de versterkerkatodes uit de ballon naar buiten gevoerd.

Behalve de voor de hand liggende toepassingen, zoals speciaal de nulpuntsindicatie in meetbruggen — waarbij de richtingsindicatie voor de onbalans vooral bij het opzoeken van het juiste meetgebied voor een onbekende grootheid zeer nuttig is —, heeft de E 82 M nog vele andere toepassingsmogelijkheden. Men kan de beide triodes als multivibrator in een flip-flap-telschakeling (scale-of-two) laten werken en daarbij het indicatiegedeelte van de buis met een geschikt masker (van de vorm *3* in fig. 2) gebruiken om de teltoestand zichtbaar te maken.

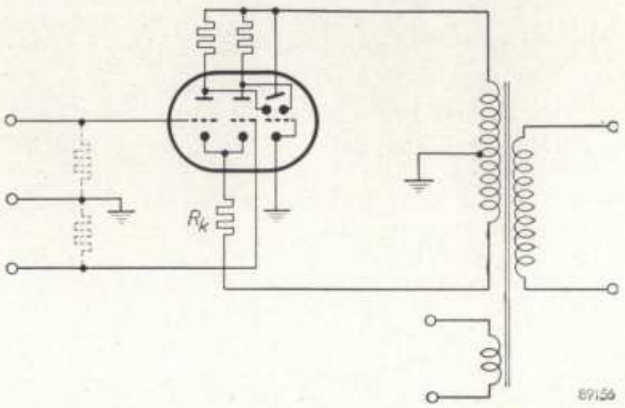


Fig. 4. Schakeling (vereenvoudigd) voor nulpuntsindicatie met de E 82 M waarbij de buis geheel op wisselspanning werkt.

Met een ander masker (b.v. *2* of *4* in fig. 2) is de buis, evenals conventionele indicatorbuizen, geschikt voor de controle van de modulatiediepte van magnetofoons en dergelijke. Voorts noemen we hier de afstemindicatie in frequentiemodulatie-ontvangers (masker *1* in fig. 2) en de spanningsmeting met onderdrukt nulpunt (alarmtoestel dat de afwijking van een vergelijkingsspanning signaleert).

Bij deze en andere toepassingen kan het ook van belang zijn dat de indicatorbuis E 82 M geheel op wisselspanning kan werken. Een periodieke verandering van de spanning op de afbuigelektrodes doet er namelijk niet toe mits deze spanning slechts evenredig met de spanning op het fluorescentiescherm blijft, en dit is vanzelf het geval indien de beide versterkersystemen met dezelfde wisselspanning worden gevoed als het fluorescentiescherm. Bij toepassing van de bovenvermelde compensatieschakeling moet dan de voorspanning op de gemeenschappelijke katodeweerstand R_k in faze tegengesteld zijn aan de spanning op het fluorescentiescherm (zie *fig. 4*).

H. te GUDE *) en E. SCHAAFF *).

*) Ontwikkellaboratorium van de Valvo G.m.b.H. Radioröhrenfabrik, Hamburg.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

OVERZICHT VAN RECENTE WETENSCHAPPELIJKE PUBLIKATIES DER N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN

Van deze publikaties, voor zover niet met een sterretje * gemerkt, verstrekt de Administratie van Philips' Natuurkundig Laboratorium, Eindhoven, op aanvrage overdrukken.

2309: J. C. van Vessem en Th. W. Willemse: Konstruktive Überlegungen beim Entwurf eines Leistungstransistors (Nachr. techn. Fachber. 33-36, 1955, no. 1).

Beschrijving van de constructie van een krachttransistor voor een dissipatie van 3 watt en bespreking van de overwegingen, o.a. wat betreft het koelprobleem, die tot deze constructie hebben geleid.

2310: P. F. Moleman: Thermische Probleme bei der Verwendung von Schichttransistoren (Nachr. techn. Fachber. 37-39, 1955, no. 1).

Onderzoek naar de verschuiving van het instelpunt van een transistor als functie van de temperatuur bij een veel toegepaste schakeling ter stabilisatie van dit instelpunt. Het blijkt dat in het geval dat de schakeling wordt toegepast bij transistors in balansschakeling, men niet alleen de invloed van de temperatuur op de collectorlekstroom, maar ook die op de spanning tussen emissor en basis in rekening dient te brengen.

2311: G. H. Jonker en H. R. Kruyt: Flocculation and recrystallization in freshly prepared silver bromide sols (Discussions Faraday Soc. **18**, 170-180, 1954).

De veroudering van verdunde zilverbromidesolen is bestudeerd door middel van extinctiemetingen. Solen die in statu nascendi zeer kleine deeltjes bevatten, zijn nooit stabiel: de deeltjes voegen zich samen tot grotere, waarvan de afmetingen afhangen van de overmaat Ag^+- of Br^--ionen. Bij zeer sterk verdunde solen waarvan de deeltjes bovendien sterk negatief geladen zijn, is een nieuw mechanisme van deeltjesvergroving waargenomen, dat bij nadere bestudering twee stadia bleek te vertonen. In het eerste stadium worden door rekristallisatie vrij grote kristallen gevormd; in het tweede voegen deze kristallen zich min of meer gericht samen, waardoor nog grotere deeltjes ontstaan. Hetzelfde type deeltjesvergroving is — bij hogere concentraties — waargenomen bij zilverchloridesolen, en — bij lagere concentraties — ook bij zilverjodidesolen.

2312: F. A. Kröger en D. de Nobel: Preparation and properties of CdTe single crystals (J. Electronics **1**, 190-202, 1955, no. 2).

Volgens een elders beschreven methode (zie b.v. no. **2313** van deze overzichten) is CdTe bereid en gereinigd. Eenkristallen werden uit de smelt verkregen. Door naverhitting op een temperatuur dicht onder het smeltpunt, in een geschikt gekozen atmosfeer, kon de stoechiometrie, en daarmee het elektrische gedrag, worden beïnvloed. Er zijn zowel kristallen bereid met een elektrisch geleidingsvermogen afkomstig van elektronen als met een geleidingsvermogen afkomstig van gaten. Uit metingen van de Hall-coëfficiënt en van de elektrische weerstand, beide als functie van de temperatuur, zijn de bewegelijkheden bepaald van de elektronen en van de gaten. Uit metingen van thermospanningen werden bovendien de effectieve massa's van elektronen en gaten afgeleid.

2313: J. van den Boomgaard, F. A. Kröger en H. J. Vink: Zone melting of decomposing solids (J. Electronics **1**, 212-217, 1955, no. 2).

Zonesmelten van stoffen die de neiging hebben te ontleden, is mogelijk indien men ervoor zorgt dat de ontleding wordt tegengegaan. Men kan dit doen door boven de stof een druk van de bij de ontleding gevormde damp te onderhouden. Er wordt een methode beschreven waarop dit geschikt kan gebeuren. Door middel van de druk van deze damp kan men de samenstelling van de zich uit de smelt vormende kristallen regelen. Als voorbeeld wordt het laten groeien van een PbS-kristal met een *P-N*-overgang beschreven.

2314: R. Vermeulen: Stereophonie und Stereonachhall (Musik-Raumgestaltung-Elektroakustik, onder redactie van W. Meyer-Eppler, Arsviva Verlag, Mainz 1955, blz. 132-141).

Zie Philips techn. T. **17**, 223-231, 1955 (no. 7-8).

2315: H. Koelmans en J. Th. G. Overbeek: Stability and electrophoretic deposition of suspensions in non-aqueous media (Discussions Faraday Soc. **18**, 52-63, 1954).

Verkorte versie van het proefschrift (Utrecht) van de eerstgenoemde auteur. Zie deze overzichten no. **R 266**.

2316: A. G. Th. Becking, H. Groendijk en K. S. Knol: Kennzeichnung der Rauscheigenschaften von Vierpolen (Nachr. techn. Fachber. 37-40, 1955, no. 2).

Zie deze overzichten no's **2298** en **R 277**.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

2317: A. N. Diddens, F. L. H. M. Stumpers en J. Volger: Das Rauschen eines keramischen Halbleiters, dessen Widerstand von der Frequenz und vom Magnetfeld abhängig ist (Nachr. techn. Fachber. 88-89, 1955, no. 2).

Reeds eerder werd door een der auteurs (J. Volger) geconstateerd dat bij lage temperatuur de weerstand van $La_{0,9}\,Sr_{0,1}\,MnO_3$ bij audiofrequenties afhangt van de frequentie. Een magneetveld doet de weerstand verminderen, en ook dit effect is nog weer afhankelijk van de frequentie. De auteurs hebben een monster van bovengenoemd materiaal onderzocht. Overeenkomstig de verwachting voldoet de thermische ruis aan de formule van Nyquist $\overline{\Delta V^2}/\Delta f = 4\,kTR(f, H)$, waarin $R(f, H)$ het reële gedeelte van de impedantie van het monster is bij de meetfrequentie f en bij het aangelegde magneetveld H. Bij doorgang van een gelijkstroom i neemt, zoals bij vele polykristallijne weerstanden, de ruis sterk toe. Het spectrum van de stroomruis kan worden voorgesteld door $\overline{\Delta V^2}/\Delta f = K(f, H)\, i^\alpha f^{-\beta}$, waarbij $\alpha = 1{,}3\text{-}1{,}7$, $\beta = 0{,}9$, terwijl K evenredig is met $R(f, H)$.

2318: P. Schagen: The "Scenioscope", a new television camera tube (T. Ned. Radiogenootschap **20**, 291-305, 1955, no. 5).

Zie Philips techn. T. **17**, 173-182, 1955 (no. 6).

2319: J. Smit: The spontaneous Hall effect in ferromagnetics, I (Physica **21**, 877-887, 1955, no. 11).

In een gemagnetiseerd ferromagnetisch materiaal treedt, naast het normale Hall-effect ten gevolge van het magnetische veld B, nog een verhoudingsgewijs aanzienlijk spontaan effect van hetzelfde type op. De grootte hiervan kan worden gevonden door lineaire extrapolatie van de metingen tot $B = 0$. De auteur bewijst dat dit spontane Hall-effect niet kan optreden in een volmaakt periodiek rooster. Metingen bij verschillende temperaturen doen vermoeden dat er een nauwe samenhang bestaat met de soortelijke elektrische weerstand van het materiaal. Daarna bewijst de auteur dat de theorieën die tot nu toe ter verklaring van het spontane effect zijn opgesteld, niet juist zijn en dat de juiste verklaring moet worden gezocht in de, ten gevolge van spin-baan-wisselwerking, anisotrope verstrooiing van de geleidingselektronen aan roosterstoringen.

2320: R. Thoraeus, W. J. Oosterkamp, J. Proper, R. Jaeger, B. Rajewsky, E. Bunde, M. Dorneich, D. Lang, A. Sewkor: Vergleichsmessungen des internationalen „Röntgen" im Bereich von 8 kV bis 170 kV Erzeugungsspannung (Strahlentherapie **98**, 265-270, 1955, no. 2).

Gezamenlijke publikatie van: Radiofysiska Institutionen, Stockholm; Philips' Natuurkundig Laboratorium, Eindhoven; Physikalisch-technische Bundesanstalt, Braunschweig; Max Planck-Institut für Biophysik, Frankfurt/Main. De publikatie bevat een overzicht van de belangrijkste resultaten van een vergelijkend onderzoek van de standaardmeetapparatuur voor harde en zachte röntgenstralen van het Max Planck-Institut für Biophysik met instrumenten van Zweedse en Nederlandse origine. De metingen betreffende harde röntgenstralen vertoonden onderling goede overeenkomst, die betreffende zachte röntgenstralen, welke metingen van nature grote fouten vertonen, vertoonden een redelijke overeenkomst. Door voortgezet onderzoek zal men trachten de meetapparatuur en de meetmethodes verder te verbeteren ten einde de in het gebied der zachte röntgenstralen nog bestaande verschillen te verkleinen.

2321: J. W. L. Köhler en J. van der Ster: A small liquid nitrogen plant, using a gas refrigerating machine (Proc. 9th Int. Congress Refrigeration, Parijs, sept. 1955).

Beschrijving van een installatie ter verkrijging van vloeibare stikstof op kleine schaal (5,5 l/h) door gefractioneerde destillatie van lucht. Deze lucht wordt niet gecomprimeerd, waardoor de installatie bijzonder eenvoudig blijft. De enkelvoudige kolom is gevuld met een MacMahon-pakking (zadelvormig gebogen messinggaasjes). De aangevoerde lucht wordt gebruikt om de vloeistof met hoogste kookpunt (onder in de kolom) te verkoken. De damp die de kolom bovenaan verlaat, wordt door een koudgaskoelmachine gecondenseerd; het condensaat wordt gedeeltelijk als wasvloeistof („reflux") in de kolom gebruikt, de rest wordt als eindprodukt afgetapt. De installatie werkt geheel zonder toezicht. De constructie wordt beschreven en enige meetresultaten worden vermeld.

2322: G. W. Rathenau en J. F. Fast: Initial permeabilities of sintered ferrites (Physica **21**, 964-970, 1955, no. 12).

De opvatting van Wijn en Went dat de beginpermeabiliteit van gesinterde Ni-Zn-ferrieten in hoofdzaak moet worden toegeschreven aan draaiprocessen, en dus niet aan wandverschuivingen, werd bevestigd door metingen waarbij de invloed van trek en druk op de beginpermeabiliteit van de genoemde ferrieten werd nagegaan. Het waargenomen

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

gedrag kan worden verklaard door alleen draaiprocessen in aanmerking te nemen. Om de verschijnselen te verklaren die optreden bij ontmagnetisatie door verhitting boven de Curie-temperatuur, gevolgd door afkoeling, moet ook een bijdrage van wandverschuivingen tot de beginpermeabiliteit worden aangenomen.

2323: A. H. Boerdijk: Het mechanisch evenwicht van een lichaam dat over een vlak kan rollen (Simon Stevin **30**, 193-231, 1955, no. 4).

Een onvervormbaar lichaam B' is geplaatst op een onvervormbaar vlak O in een evenwichtspositie wat betreft de werking van de zwaartekracht. De voorwaarden voor stabiliteit en labiliteit van dit evenwicht worden afgeleid en uitgedrukt in o.a. de kromtestralen van O en van het oppervlak B van B' in het punt, eventueel de punten, waar O en B' contact maken. Bewezen wordt dat er een oneindig aantal combinaties mogelijk is van lichamen en oppervlakken waarbij het evenwicht indifferent is; een bol op een horizontaal plat vlak is hiervan een bijzonder geval. Als B òf O is gegeven, kan altijd indifferent evenwicht optreden indien er aanraking is in meer dan één punt. Is er slechts één aanrakingspunt, dan moet, opdat indifferent evenwicht kan optreden, aan zekere partiële differentiaalvergelijkingen zijn voldaan.

2324: H. J. van Boort en M. Klerk: High frequency oscillations in low pressure mercury arcs (Appl. sci. Res. **B5**, 69-74, 1955, no. 1-4).

Bespreking van de invloed van de voorschakelapparatuur op de door „TL-lampen" veroorzaakte radiostoringen. Door om de lamp een verschuifbare spoel (gebruikt als antenne om de storingen op te vangen) te leggen, kon worden vastgesteld dat de bron van de storingen in de omgeving van de elektrodes is gelegen. De storingen die bij een elektrode worden opgewekt, kunnen worden verdeeld in katode- en anodestoringen, die resp. optreden in de halve periodes dat de elektrode als katode dan wel als anode fungeert. Speciaal de katodestoringen zijn in detail onderzocht. Zij treden twee maal op in de helft van een periode gedurende welke een elektrode katode is, nl. vlak voor het ontsteken van de ontlading (ontstekingsstoringen) en vlak voor het doven (doofstoringen). Bij de ontstekingsstoringen kan men twee typen onderscheiden. Er wordt een verklaring geopperd voor het optreden van deze twee typen.

2325: W. Elenbaas: The behaviour of the high pressure discharge in Xe-Hg mixtures (Appl. sci. Res. **B5**, 205-209, 1955, no. 1-4).

Er zijn proeven gedaan met gasontladingen in buisjes met een inwendige diameter van ca. 3,3 mm inwendige diameter en gevuld met een mengsel van Xe en Hg (Xe-druk bij kamertemperatuur 10 atm), waarbij het atoompercentage Hg werd gevarieerd van 0,2 tot 16%. De invloed van het percentage Hg op de veldsterkte, bij constant gehouden toegevoerd vermogen van 25 watt per strekkende cm van de ontlading, blijkt zeer groot te zijn: toevoeging van 1% Hg aan zuiver Xe doet de veldsterkte reeds 65% toenemen. Getracht wordt deze invloed ook theoretisch af te leiden door de vergelijking van Saha op dit geval toe te passen. Om dit te kunnen doen, is het nodig de effectieve temperatuur van de ontlading te kennen als functie van het kwikgehalte. Deze functie wordt op drie manieren afgeleid. De met behulp van deze functie gevonden afhankelijkheid van de veldsterkte van het Hg-gehalte komt goed overeen met de experimenteel gevonden afhankelijkheid.

2326: H. G. Beljers: Applications de la résonance ferromagnétique dans les ferrites (Cah. de Physique, oktober 1955, blz. 43-44, no. 62).

Beschreven wordt hoe met behulp van magnetisch gepolariseerde ferromagnetische materialen (b.v. ferroxcube) het reciprociteitsbeginsel doorbroken kan worden. Bij voortplanting van elektromagnetische golven in een dergelijk materiaal treedt het Faraday-effect op (draaiing van het polarisatievlak van de zich voortplantende golf) of het Cotton-Mouton-effect (magnetische dubbele breking), al naar de onderlinge oriëntatie van voortplantingsrichting en polarisatie. Praktische toepassingen van beide mogelijkheden worden kort aangeduid. (Zie ook Philips techn. T. **18**, 126-135, no. 4.)

2327: J. S. van Wieringen: La résonance ferrimagnétique des ferrites à température de compensation (Cah. de Physique, oktober 1955, blz. 45-47, no. 62).

Vervolg van de onderzoekingen beschreven in no. **2114** van deze overzichten. De gyromagnetische factoren van twee Li-Fe-Cr-spinellen zijn bepaald uit ferrimagnetische resonantiemetingen. Dit is gedaan voor twee frequenties, nl. 9500 en 24000 MHz.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!